

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

Д.С.ГУРЛЕВ

**СПРАВОЧНИК
ПО
ФОТОГРАФИИ**

**(обработка
фотоматериалов)**

Киев
«Тэхніка»
1988

ББК 37.940.3я2

Г95

УДК 77(031)

Рецензенты: доц. Н. Н. Кудряшов, Б. И. Лазис

Редакция литературы по энергетике, электронике, кибернетике и связи.

Зав. редакцией З. В. Божко.

Гурлев Д. С.

Г95 Справочник по фотографии (обработка фотоматериалов). — К.: Техника, 1988. — 335 с.
ISBN 5—335—00125—4.

В справочнике приведены сведения по обработке черно-белых и цветных фотопленок и бумаг с пояснениями химико-фотографических процессов. Описаны способы усиления, ослабления и тонирования черно-белых изображений. Даны рабочие характеристики негативных фотопленок при стандартной обработке и съемке объектов фотокамерами «Салют» и «Зенит» на белом, сером и черном фоне. Охарактеризованы проявляющие и другие химические вещества, применяемые в фотографии.

Предназначен для подготовленных фото- и кинолюбителей.

Г 4901103000-044
М202(04)-88 КУ-№ 10-112-88

ББК 37.940.3я2

ISBN 5—335—00125—4 © Издательство «Техника», 1988

Цель обработки светочувствительных материалов — получение правильного негативного или позитивного изображения с определенными копировальными или визуальными характеристиками. Обработку применяют стандартную, оптимально реализующую свойства фотоматериалов. Отклонение от стандартного процесса с использованием других режимов и рецептов возможно в случаях получения каких-либо эффектов при художественном фотографировании, применении фотоматериалов после гарантийного временного срока, параметры которых вышли за пределы допустимых значений. Для получения фотографических изображений необходимо пользоваться сенситометрическими параметрами и на их основе получать экспонетрические (рабочие) в зависимости от световых условий съемки и режима проявления.

В процессе обработки соблюдают определенную технологию для получения заданного контраста изображения, определяющего интервал плотности изображения. При двухступенном фотографическом процессе (негатив-позитив) контраст негатива определяет согласование этого интервала с возможностями фотобумаги или позитивной пленки, при одноступенном (слайды) — интервал плотности изображения, приемлемый для визуального восприятия на экране, при штриховом репродуцировании — максимальный контраст между черным и белым.

Изобразительное качество фотоснимка зависит от светлотных данных и яркостной характеристики объекта, влияющих на степень светорассеяния в съемочной камере и воспроизведение темных тонов изображения. Грубые ошибки в черно-белой фотографии в дальнейшем почти неисправимы, а малые погрешности экспонетрии и проявления исправляются подбором фотобумаги с определенной степенью контрастности или дополнительной обработкой: усилением или ослаблением. В цветной фотографии малые ошибки ведут к изменению цвета, а грубые приводят к негодности фотографического изображения.

Светочувствительный материал применяют катушечный (рулонный) и листовой (форматный), что определяет характер и механику процесса обработки, особенно проявления. Для ручной обработки одиночных катушечных фотопленок применяют обычно круглые фотобачки с вращающейся спиралью, для листовых — кюветы. Большое количество рулонных материалов обрабатывают в кинофотопромышленности и бытовых обслуживающих организациях машинами, в том числе и скрепленные между собой катушечные фотопленки. Режим их обработки отличается от режима ручной.

В индивидуальных условиях большое количество фотопленок можно обрабатывать в бачках и баках специальной конструкции с основным требованием полноценного разрушения порочного слоя. Механика обработки единичных листовых материалов относительно проста. Для большого количества листов необходимо специальное устройство, удобное в обращении, позволяющее соблюдать технологию процесса, одинаковую для всех

вложенных листов. Особенно критична обработка большого количества цветных листовых материалов. Неудобства возникают при закладке бумаги форматом 30×40 см и более, поскольку при погружении необходимо быстро покрыть раствором их фотослой*, быстро вынуть и быстро поместить в стоп-раствор (или другой) после проявления.

Обработка светочувствительных материалов — это химические, временные и механические процессы, позволяющие оптимально проявлять фотослой и обеспечивать получение стабильного фотоизображения в серебряных почернениях или цветных потемнениях. Основным процессом является проявление, при котором возможно изменение режима для достижения требуемых оптических изобразительных характеристик. Остальные процессы, как правило, относительно неизменны, но также влияют на оптические свойства изображения. В зависимости от метода обработки различаются трехванные (проявление, промывка и фиксирование), многоступенные (для обрабатываемых материалов) и одноступенные (одновременное проявление с фиксированием) процессы.

Проявление обеспечивают двумя направлениями: выбором и применением проявляющих веществ и определением химико-технологических режимов. Первое характерно поиском доступных, эффективных и экономически выгодных веществ с целью получения максимально положительных сенситометрических характеристик обрабатываемых материалов (S , γ , D_0 , L и др.), второе — механикой обработки. Основным при обработке является получение на основе S -образной характеристической кривой фотослоя ряда оптических плотностей, изменяющихся по линейному закону. Для этого выбирают проявитель и режим обработки. Выбор проявителя и способа проявления зависит от первоначального замысла фотоснимка, поэтому к обработке и будущему фотографическому изображению предъявляются следующие требования:

- воспроизведение всего интервала яркостей объекта в максимальном его выражении;

- возможность получения оптимального контраста между темными и светлыми деталями объекта на основе использования стандартных характеристик фотоматериалов и стандартных режимов обработки;

- применение специальных методов съемки и обработки;
- сокращение времени обработки.

Фотоматериалы выпускаются заводами-изготовителями с указанными в паспорте сенситометрическими параметрами, полученными не в съемочной камере, а при контактной печати с прямым освещением фотослоя через измерительный серый ступенчатый оптический клин. При таких испытаниях рядом сенситометрических экспозиций и установленной стандартом обработкой непосредственно выявляются только светооптические возможности фотослоя, т. е. получают на нем ряд оптических плотностей в виде серой ступенчатой шкалы.

При съемке, в зависимости от съемочной экспозиции, величины в кадре площадей высших яркостей объекта съемки, степени рассеяния света объективом и внутренними деталями камеры у фотоматериала в съемочной камере параметры становятся экспонометрическими (рабочими), поскольку фотоматериал воспринимает экспозицию не от объекта, а от его оптического изоб-

* Условное название светочувствительного слоя фотоматериала.

ражения, сформированного на фотослое [19]. Отсюда вытекают все особенности химико-фотографической обработки и величина экспозиции при съемке. При этом учитывается средняя яркость объекта и ее интервал, который может быть узким, средним и широким. Узкий интервал — особенность таких объектов съемки, как, например, снежные пространства ландшафта или черная одежда человека, требующие особых условий экспонирования и проявления; широкий — тот же снежный ландшафт вместе с черной одеждой человека и ее полутонами. Однако в некоторых случаях съемки и обработки изменение режима проявления приводит к искажению контраста изображения.

Государственными стандартами установлены определенные режимы проявления для конкретных фотослоев, позволяющие получать изображения с нормированными фотографическими параметрами. Значение стандартной обработки велико и обосновано тем, что заданные параметры негатива-позитива позволяют при определенной технологии получать оптимальные оптические параметры фотографического изображения с высокой степенью повторяемости. Отклонение проявления от стандартных требований в индивидуальных условиях возможно и позволяет интерпретировать световые параметры оптического изображения объекта с использованием потенциальных изобразительных возможностей фотографического процесса. Однако это отклонение требует обязательных экспонетрических испытаний фотослоя, поскольку изменяет его зернистость и разрешающую способность.

Режим проявления как средство творческой интерпретации связан со съемочной экспозицией, поэтому, опираясь на замысел будущего снимка, в черно-белой фотографии учитывают площадь вышних светлот объекта в кадре с вытекающим отсюда паравитным рассеянием света на фотослое, определяют возможность тоновоспроизведения на выбранной пленке и на основе анализа этих данных устанавливают гамму проявления с выбором мягкого, нормального или контрастного проявления. В цветной фотографии отклонение от стандартных условий может привести к разбалансу по контрастности частичных слоев с изменением цвета изображения.

На практике имеется два основных типа кинетики проявления: первый — с постоянным нарастанием гаммы в процессе проявления, второй — с быстрым ее достижением до предельного значения вначале, не изменяющегося при дальнейшем проявлении (эффект стоп-гаммы). Стоп-гамма характерна в основном для фотобумаг и определенного типа фотопленок. Эффектом стоп-гаммы обладает, например, фотопленка «Фото-65», предназначенная для печати на нормальной фотобумаге Унибром. В этом случае получается сенситометрическая пара фотоматериала негатив-позитив, на которой средний по светлоте объект при условии правильно выдержанных экспонетрических данных и стандартной кинетики проявления получает оптимальное негативное и позитивное изображение. При этом число светочувствительности фотопленки, как и фотобумаги, может изменяться в интервале чисел при варьировании времени проявления с почти неизменяющимся коэффициентом контрастности. Для пленки «Фото-65» число сенситометрической светочувствительности имеет максимальное значение для его критерия $D_0 + 0,1$. Для всех остальных фотоматериалов, не обладающих эффектом стоп-гаммы, существует закономерность, показывающая, что изменение экс-

позиции при съемке влияет на среднюю плотность негатива, а изменение времени проявления — на коэффициент контрастности с вытекающими отсюда последствиями от паразитного светорассеяния. Однако при стоп-гамме контраст негативного изображения изменяется, если интервал яркости объекта расположен на нижнем или верхнем участке непропорциональной передачи характеристической кривой [19].

В черно-белой фотографии изображение объекта съемки воспроизводится посредством металлического серебра только в серых тонах. В цветной фотографии получение цветного изображения осложняется тем, что основным (первичным) является получение черно-белого серебряного изображения, а вторичным — процесс получения цветного (на основе черно-белого). Методика обработки цветных материалов резко отличается от обработки черно-белых и в значительной степени влияет на правильное цветовоспроизведение. При проявлении цветного материала его верхний, синечувствительный слой находится в более благоприятных условиях обработки, чем два нижних. При этом кинетика проявления каждого слоя зависит от степени экспонирования остальных элементарных слоев, и условия диффузионного обмена компонентами проявителя с фотослоем — от порядкового расположения этих слоев.

Задачей обработки является получение оптимальных параметров фотослоя. При машинной обработке важным фактором является сокращение времени обработки, в том числе и проявления. С этой целью иногда делаются попытки изменить существующие стандартные режимы и рецепты. Однако они, как правило, приводят к укрупнению зерна и изменению контрастности. Например, с применением бромистого калия контраст изображения не изменяется, а увеличивается индукционный период проявления, а при введении бензотриазола дополнительно повышается контраст. Особенно применение бензотриазола нежелательно в цветных проявителях, так как приводит к опасности разбалансировки частичных слоев фотослоя по контрастности. Поэтому применение различных рецептов и процессов должно быть оправданно для каждого конкретного материала и случая.

Фотографическое цветовоспроизведение включает в себя множество различных элементов технологии изготовления фотоматериалов, светоптических условий съемки и режимов обработки, при которых цветное изображение не может быть адекватным натуральному. Этот процесс всегда характерен отклонениями, приводящими к изменению цветов, особенно на фотоматериалах при их неправильном хранении. Поэтому задача фотографа — привести имеющимися средствами цветное изображение на применяемой пленке к психологически верному цветовосприятию. Эта задача может быть осуществлена применением не только стандартных, но и других режимов и рецептов обработки с интерпретацией цвета и колорита изображения совместно с различными способами печати.

Полноценная обработка фотоматериалов требует обязательного выполнения технологических условий, в числе которых обязательно правильное составление обрабатывающих растворов по норме входящих в них веществ, а в процессе проявления и последующих операций — эффективное разрушение пограничного слоя возле поверхности фотослоя. Отклонение технологических условий сводит на нет все попытки получить нормальное негативное изображение и необходимую повторяемость результатов при

одновременной и разновременной обработке нескольких пленок, пластинок или бумаг. В процессе обработки образующийся вредный пограничный слой необходимо удалять механическим путем. Относительно просто это достигается в проявочных машинах и фотобачках специальной конструкции. Значительно сложнее — в кюветах большого формата, покачивание которых не только не дает положительного результата, но создает отрицательный эффект в виде полученной неравномерной оптической плотности по площади формата, особенно на контрастных фототехнических и позитивных фотопленках, и изменяет цвет в разных участках формата цветных фотобумаг. Для кюветной обработки необходима резиновая кисть, работа с которой обязательна для единичного обрабатываемого листа.

Обработка охватывает обширную область фотографии с разнообразными фотоматериалами и требует индивидуального подхода к каждому из них на основе реальных, рабочих характеристик. Все указанные технологические требования обязательны к выполнению, в противном случае исключается гарантия получения положительных результатов. Приводимые в справочнике методы и способы обработки основаны на теоретических положениях и подкрепляются соответствующими схемами и графиками практического применения.

Химические вещества для растворов — фотохимикаты никогда не бывают 100 % чистыми. В них находятся примеси, снижающие количество основного вещества. Хранение веществ до растворения располагает к окислению кислородом воздуха, а при нахождении в растворе — кислородом, находящимся в воде, и кислородом внешнего воздуха. Поэтому (особенно для проявителей) недостаток, характерный для естественной утраты 100 %-ного качества фотохимиката, влияет на получаемые результаты. Относительно рецептуры следует помнить, что возможны различные модификации какого-либо проявителя с незначительно измененным относительно первоначального составом, что связано с применением данного проявителя для различных материалов и процессов.

При пользовании справочником следует учитывать следующее. Все режимы обработки приводятся для нормальной температуры (20° С), и эта величина для черно-белой обработки не оговаривается. При отклонении от нее указывается значение другой температуры. Не приводятся рекомендации по задумыванию фотословес, поскольку современные фотоматериалы задуманы хорошо и допускают относительно высокие температуры обработки. При составлении цветных проявителей смешивают два раствора. По старой отечественной технологии раствор Б вливают в раствор А. По новой технологии и технологии зарубежной фотографии раствор А вливают в раствор Б. Старая и новая технологии составления растворов в справочнике сохранены. При обозначении фотохимикатов для удобства пользования в справочнике приводятся двойные названия некоторых веществ: химические и торговые, например, бура, поташ, красная кровяная соль и др. Во всех рецептах применяется сульфит натрия. В тексте он приводится безводным и это его определение опускается.

Для удобства пользования справочником материал разделен на пронумерованные параграфы, ссылки на которые в тексте заключены в круглые скобки и выделены жирным шрифтом.

Отзывы и пожелания просим направлять по адресу: 252601 Киев, 1, ул. Крещатик, 5. Издательство «Техника».

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ПАВ — поверхностно активное вещество

ПВ — проявляющее вещество

ПВВ — противовуалирующее вещество

ПС — пограничный слой

ХК — характеристическая кривая

ЦСИ — центры скрытого изображения

$t_{\text{пр}}$ — время проявления

$t_{\text{обр}}$ — время обработки

T — температура обработки

$\bar{g}$ — средний полезный градиент

γ — гамма, коэффициент контрастности

ΔD_{neg} — интервал оптической плотности негатива

$\Delta L_g H$ — интервал съемочных экспозиций

L_g — полезный интервал экспозиций фотобумаги

Изображение объекта съемки на фотослое

ЭКСПОНЕМЕТРИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

1. Форма характеристической кривой. Светочувствительный слой фотографического материала (фотослой) состоит из разного размера микрокристаллов галогенного серебра, распределенных в желатине. Галогенное серебро является полупроводниковым веществом с кристаллической структурой (решеткой), в которой при съемке кванты света, поглощаясь, образуют свободные

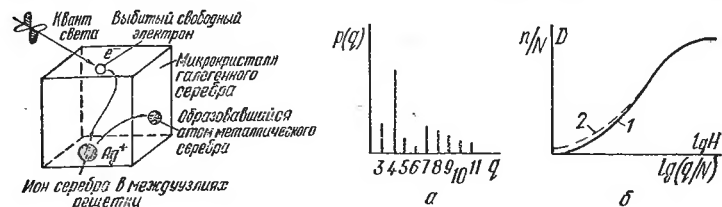


Рис. 1. Схема образования скрытого фотографического изображения в кристалле галогенного серебра

Рис. 2. Оптическая характеристика фотослоя:

а — по квантовой чувствительности микрокристаллов (q — количество поглощенных квантов; $p(q)$ — вероятность поглощения квантов q); б — квантовое выражение характеристической кривой (зависимость количества проявленных микрокристаллов n/N от числа поглощенных квантов q); 1 — истинной без оптической плотности вуали; 2 — практической ХК с дополнительной плотностью вуали

электроны. Один квант света порождает один электрон e^- (рис. 1). Под действием света отрицательно заряженные электроны, соединяясь с положительными ионами серебра Ag^+ , всегда имеющимися в междоузлиях решетки, образуют атомы металлического серебра. Соединение происходит на «дефектах» решетки, называемых центрами светочувствительности и способными после экспонирования содержать скрытое изображение (центры скрытого изображения). При погружении в проявитель эти центры, взаимодействуя с проявляющим веществом, катализируют процесс восстановления всего микрокристалла до металлического серебра, из которого образуется фотографическое изображение.

Проявляемость фотослоя возникает с поглощением примерно четырех квантов света (критический размер центра скрытого изображения — пороговое число), а иногда и при большем их числе (рис. 2, а). Свыше порогового числа поглощение происходит без эффекта дополнительного воздействия, поскольку микрокристалл становится проявляемым уже при четырех квантах света. Если фотослой, содержащий N микрокристаллов, воспринял q квантов света, то каждый микрокристалл поглотил q/N квантов. Зависимость числа проявленных микрокристаллов n от числа поглощенных квантов q графически изображается на рис. 2, б (кривая 1) и называется квантовым выражением характеристической кривой (ХК).

Центры скрытого изображения образуются на поверхности и внутри кристалла галогенного серебра. Проявление начинается с центров, находящихся на поверхности, и при размерах выше критических. Если до действия света центры светочувствительности будут иметь размер больше критического, то они при проявлении образуют фотографическую вуаль и называются центрами вуалирования. При этом изменяется первоначальная форма ХК, которая становится более пологой с меньшим контрастом (рис. 2, б, кривая 2). Вуаль понижает степень контрастности фотослоя. Из двух ХК с одинаковыми коэффициентами контрастности истинный коэффициент контрастности больше для той ХК, у которой больше плотность вуали.

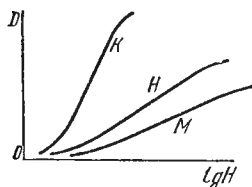


Рис. 3. Типовые характеристические кривые фотоматериалов: К — контрастных; Н — нормальных; М — мягких

На практике действие света на фотослой выражают не числом восстановленных микрокристаллов (их миллиарды), а оптической плотностью D , количество света не числом квантов, а экспозицией H . В обоих случаях S-образная форма ХК всегда сохраняется. Для нее характерны нижняя и верхняя области непропорциональной передачи, заложенные самой природой квантового процесса светочувствительности. Для разных фотоматериалов кривизна этих областей различна и зависит от типа фотоматериала, размеров микрокристаллов, проявителя и времени проявления (рис. 3). С увеличением размеров микрокристаллов увеличивается масса галогенного серебра фотослоя, его светочувствительность и толщина желатинового слоя:

3). С увеличением размеров микрокристаллов увеличивается масса галогенного серебра фотослоя, его светочувствительность и толщина желатинового слоя:

Светочувст- тельность, ед. ГОСТ	Средний раз- мер микро- кристаллов, мкм ²	Масса серебра, г/м ²	Толщина желатино- вого слоя, мкм	Число микро- кристаллов на см ²
50	0,05	2	3	$8 \cdot 10^9$
100	0,08	2,8	5	$3 \cdot 10^9$
400	0,2	3,5	7	$1,5 \cdot 10^9$
800	0,35	5	9	$9 \cdot 10^8$
1600	0,65	7	15	$5 \cdot 10^8$
3200	1	10	17	$4 \cdot 10^8$

Эта относительная зависимость характерна только для отечественных фотослоев, состоящих из микрокристаллов объемной формы. Для некоторых зарубежных материалов (Кодак) эта зависимость другая, поскольку их микрокристаллы имеют пластинчатую форму с относительно большей поверхностью восприятия света, позволяющей при относительно малой массе галогенного серебра получать относительно большую светочувствительность.

2. Сенситометрическое испытание фотослоя проводят для первичного определения его характеристической кривой посредством получения сенситограммы — ряда почернений или цветных потемнений. Для этого фотослой экспонируют рядом нормированных количеств освещения (экспозиций) при помощи модулятора освещенности, которым при определенном времени освещают

щения ступенчато изменяют освещенность. Сенситограмму получают: при определенной цветовой температуре источника света, нормированном по времени и температуре проявления и последующей стабильной обработке. В качестве модулятора применяют ступенчатый серый оптический клин в сенситометре или передвигающийся по оптической скамье источник белого света. Сенситометр применяют в промышленности, оптическую скамью можно применить в индивидуальных условиях.

Оптический клин представляет собой спектрально нейтральное тело, оптические плотности которого ступенчато изменяются по определенному закону. Количество ступеней (полей) определяется константой клина $K_{кл}$ и максимальной плотностью последнего поля, необходимой для испытания фотоматериалов

Плотности полей сенситометрического оптического клина, D

3,2	3,05	2,9	2,75	2,6	2,45	2,3	2,15	2,0	1,85	1,7	1,55	1,4	1,25	1,1	0,95	0,8	0,65	0,5	0,35	0,2	
$\Delta D=0,3$		$\Delta D=0,3$		$\Delta D=0,3$		$\Delta D=0,3$		$\Delta D=0,3$		$\Delta D=0,3$		$\Delta D=0,3$		$\Delta D=0,3$		$\Delta D=0,3$		$\Delta D=0,3$		$\Delta D=0,3$	
21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
Номера полей																					

Рис. 4. Схема сенситометрического модулятора экспозиций (оптического клина) для испытания светочувствительных материалов
 $D_{\max} = 3,2$

с различной степенью контрастности. При переходе от какого-либо одного поля клина к другому изменение логарифма экспозиции равно разности оптических плотностей этих полей. Смещение плотности на одно поле равно константе клина. У ступенчатых клиньев константа бывает в пределах $\lg 0,1 \dots \lg 0,3$. Степень $\Delta D = 0,3$ означает изменение плотности в два раза, степень $\Delta D = 0,015$ — в $\sqrt{2} = 1,41$, степень $\Delta D = 0,1$ — в $\sqrt[3]{2} = 1,26$ раза.

Отечественный сенситометр ЦС-2М для испытания черно-белых и цветных материалов имеет ступенчатый клин с 30 полями при константе $K_{кл} = 0,15$. Клин позволяет получать интервал экспозиций 1 : 22 000 ($\Delta \lg H = 4,5$); размер поля клина 8 × 25 мм. В сенситометре ФСР-41 для черно-белых материалов оптический клин с константой $K_{кл} = 0,15$ имеет 21 поле для получения интервала экспозиций 1 : 1000 ($\Delta \lg H = 3$); размер поля 5 × 8 мм. Поля клиньев обоих сенситометров, кратные 5, помечены вырезами.

На рис. 4 показана схема 21-польного клина с обозначением полей и их плотности. Плотность первого поля $D_1 = 0,2$; последнего — $D_{21} = 3,2$. Плотность любого поля вычисляется по формуле $D_n = (n - 1) K_{кл} + D_{\min}$. Каждое поле, кроме первого, отличается от предыдущего на $0,15D$. Пара полей имеет интервал плотности $\Delta D = 0,3$.

На рис. 5 показан пример образования плотностей сенситограммы на фотопленке «Фото-65» при $\gamma = 0,65$ ($g = 0,62$) от 21-польного сенситометрического клина.

При сенситометрических испытаниях фотоматериалов дополнительному контролю подвергается 11-е поле клина с $D_{11} = 1,7$, которое у различных фотокиноплёнок должно воспроизводиться в негативе в интервале плотности $D = 0,8 \dots 1,2$, дающих наилучшее разрешение фотослоя. Оптимальной плотностью является $D_{\text{нег}} = 1$. Для ориентировочного согласования 11-го поля клина с плотностью D в негативе следует пользоваться следующими соотношениями, полученными из его произведения на гамму обработки ($D_{11} \cdot \gamma = D_{\text{нег}}$):

Гамма проявления, γ	Плотность 11-го поля в негативе, D	Гамма проявления, γ	Плотность 11-го поля в негативе, D
1	1,7	0,7	1,19
0,9	1,53	0,65	1,10
0,85	1,44	0,6	1,02
0,8	1,36	0,55	0,93
0,75	1,27	0,5	0,85

Оптическая скамья — это устройство, на котором установленный фотослой для экспозиции при сенситометрических испытаниях освещается от передвижного точечного источника света,

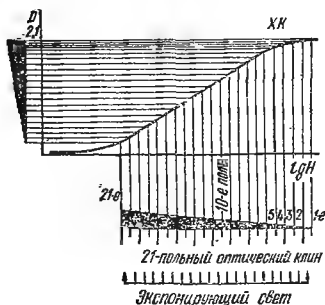


Рис. 5. Пример образования плотностей сенситограммы на фотопленке «Фото-65», выраженной характерной кривой

устанавливаемого последовательно по ряду определенных расстояний от фотослоя на оптической оси. Оптическая скамья самый совершенный прибор для этих целей, поскольку на ней можно получить любой ряд экспозиций с любой константой и при любых количествах полей сенситограммы без серого оптического клина.

При индивидуальных испытаниях на оптической скамье фотоматериалу достаточно сообщить восемь экспозиций с интервалом $\Delta \lg H = 2,1$ (1 : 128), соответствующим интервалу яркости среднего объекта (4) и дающим практически полную сенситометрическую информацию о фотослое. Каждая из восьми экспозиций отличается от соседней в

два раза, что соответствует ступеням шкалы диафрагмы и выдержек на съемочной камере.

Схема и данные оптической скамьи показаны на рис. 6 и 7. На скамье применяется закон обратных квадратов для расстояний от источника света до светоприемника [19]. Для индивидуальных испытаний длина оптической скамьи 1250 мм. Первое расстояние от фотослоя до источника света устанавливают 100 мм. Последующие расстояния для семи точек отличаются друг от друга в $\sqrt{2}$ в сторону увеличения, что изменяет освещенность на фотослое вдвое:

Точки 1 2 3 4 5 6 7 8
 Расстояния, мм 100 141 200 283 400 566 800 1131

Оптическая скамья состоит из двух дюралюминиевых труб диаметром 16—20 мм, встроенных в опоры подвижной каретки с источником света и кронштейна для установки светоприемного устройства с фотоматериалом. Между опорами устанавливают

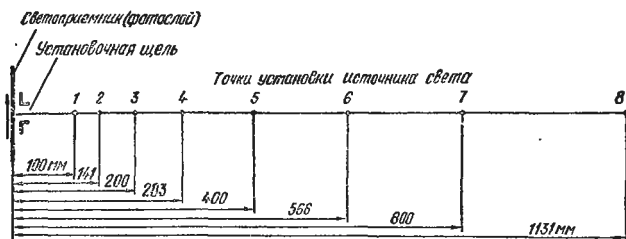
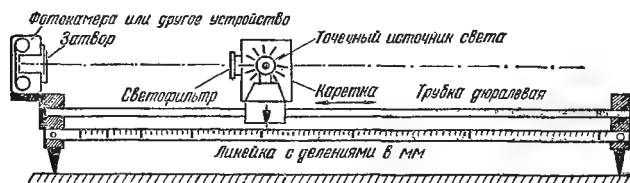
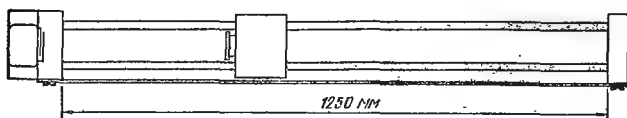


Рис. 6. Графическая схема оптической скамьи. Фотослой передвигают вверх на высоту установочной щели при перемещении источника света по указанным точкам вдоль оптической скамьи



а



б

Рис. 7. Схема конструкции оптической скамьи для сенситометрических измерений фотослоев:

а — вид сбоку в разрезе; б — вид сверху

линейку с делениями в миллиметрах. Светоприемником может быть любая фотокамера с пластинкой, имеющей щель 4×16 мм для получения засветок фотослоя. Пластику устанавливают перед фотослоем. Фотопленку перемещают ручкой прямой или обратной перемотки поворотом на угол, соответствующий ширине щели. Выдержку производят затвором камеры или приставным устройством.

На подвижной каретке устанавливают кожух с отверстием в сторону фотослоя, на которой крепят светофильтр для приведения света лампы с $T_{\text{цв}} = 2800$ К к свету с $T_{\text{цв}} = 3200$ или 5500 К,

или фильтры для спектральных измерений. В качестве точечного источника света применяют лампочку карманного фонаря (3,5 В, 0,18 А), питаемую напряжением 2,8—3 В от выносного трансформатора с контролем напряжения вольтметром. При проведении сенситометрических испытаний каретку устанавливают поочередно в точки, соответствующие рассчитанным расстояниям. Испытуемый фотослой экспонируют при одной диафрагме и всех выдержках или при одной выдержке и всех диафрагмах. После обработки выбирают сенситограмму с проработанными всеми полями и измеряют их плотности для построения ХК по восьми точкам. Кривую строят на миллиметровой бумаге, на которой плотность $D = 1$ отмеряют по ординате длиной 50 мм. Примерный вид сенситограммы показан на рис 8.

3. Экспонетрическое испытание фотослоя проводят съемкой 8-польной серой измерительной шкалы (5) с визуальным анализом и измерением плотностей, полученных после обработки, по которым строят экспонетрическую — рабочую кривую. Серая шкала представляет собой эталонный съемочный объект с практически предельными крайними светлотами (4). Расположение в кадре шкалы должно соответствовать расположению сюжетно-смысловой части в реальных условиях съемки, принимая во внимание наличие крайних светлот (8). Съемку серой 8-польной шкалы выполняют на белом, сером и черном фоне, имитирующем реальные объекты в различных световых условиях (9).

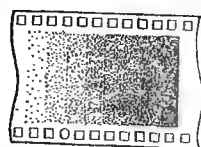


Рис. 8. Сенситограмма, полученная на оптической скамье.

4. Объект съемки — это совокупность предметов и сред, являющихся источниками отраженного или прямого света с различной площадью элементарных светлот или интенсивностей, направляющая свои лучи вдоль оптической оси объектива в съемочную камеру и ограниченная рамкой кадра. Вне границ кадра объект не является съемочным и не принимает участия в фотографическом процессе.

Элементарные светлоты на объекте под воздействием падающего на них света создают определенные яркости, воспринимаемые фотослоем в съемочной камере. Как для зрительных ощущений, так и для фотографической передачи важна не абсолютная величина этих яркостей, а их соотношение. Поэтому в объекте принимается во внимание только отношение самого светлого к самому темному. Логарифм этого отношения обозначается как интервал яркости объекта: $\lg(B_{\text{макс}} : B_{\text{мин}})$ или просто $\Delta B_{\text{об}}$ в логарифмическом выражении.

Яркостные свойства элементов объекта зависят от характера освещения. Равномерно рассеянный свет создает на элементах объекта одинаковые освещенности и они отражают свет соответственно своим коэффициентам отражения. Яркостная характеристика пропорциональна светлотной. При контрастном освещении, когда распределение света на элементах объекта неодинаково и граничит с его полным отсутствием, яркостная характеристика резко отличается от светлотной, создавая значительные контрасты яркости. Особенно значителен контраст, когда на черных элементах объекта отсутствует свет, а на белых наблюдается высшая освещенность. Интервал яркости при этом может достигать 3 (1 : 1000) и более. Высший предел интен-

сивности света соответствовал свету Солнца, нижней физической границы света нет. Воспринимаемая глазом шкала яркости ограничена, еще более ограниченной воспринимает эту шкалу фотоматериал.

В съемочном объекте максимальной яркостью может быть солнечный блик, отраженный зеркальной поверхностью, минимальной — черный проем подъездов домов или открытых окон помещений в солнечный день, чернота в складках темной одежды. В большинстве случаев съемочный объект может иметь значительные крайние светлоты, однако для ориентировочных экспонетрических расчетов при съемке и обработке может быть принят условный средний (оптимальный) объект, в котором есть высокие, средние и низшие яркости, примерно равновеликие по

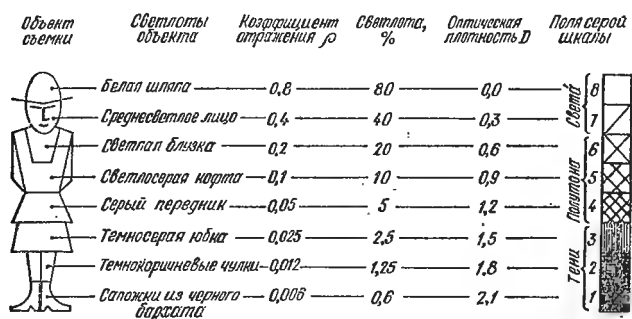


Рис. 9. Стилизованный эталонный объект съемки с практически предельной светлотной характеристикой с примерными световыми величинами. Интервал яркости $\Delta B = 1 : 128$, интервал плотности в отраженном свете $\Delta D = 2,1$

площади. К часто снимаемым объектам относится фигура человека с белыми, серыми и черными элементами одежды, которые желательно воспроизвести на фотоснимке. Такой объект, имеющий для зрительного восприятия практически предельные крайние светлоты, можно считать эталонным и представлять в виде стилизованной фигуры человека в одежде всех ахроматических тонов (рис. 9).

Эталонный объект имеет основные оптические характеристики, выведенные справа рисунка в полях серой шкалы. Все яркости объекта от черного к белому распределяются так, что образуются три определенных области световосприятия, обозначаемые в фотографии терминами *свет*, *полутон* и *тени*. Эта терминология применяется во всех случаях тоно- и цветовоспроизведения и особенно при анализе оптических плотностей на характеристической кривой фотослоя и рабочих кривых негатива.

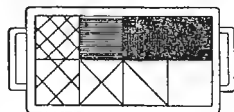
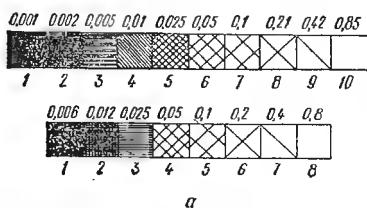
Объект съемки считается оптимальным с практически нормальным тоновоспроизведением в негативе, если в рамке кадра элементарные яркости по площади не превышают 10—12 % площади кадра аналогично распределению полей-светлот в эталонном объекте и серой шкале (5). Увеличение в кадре площадей светлых полей и особенно предельно белого (небо в кадре) повышает светорассеяние в съемочной камере с искажением тоно-

воспроизведения (7, 8). Фигура человека на рис. 9 может являться частью объекта съемки и располагаться на каком-либо фоне. Тогда площадь этого фона (относительно всей площади кадра) и его яркость в определенной степени влияют на светорассеяние и конечное тоновоспроизведение. Для ориентировки в интервалах яркости объектов приводятся следующие соотношения:

$$\frac{B_{\text{макс}}}{B_{\text{мин}}} \begin{matrix} 10 & 16 & 20 & 25 & 32 & 40 & 50 & 64 & 80 & 100 & 128 & 160 & 200 & 256 & 320 \end{matrix}$$

$$\lg \frac{B_{\text{макс}}}{B_{\text{мин}}} \begin{matrix} 1 & 1,2 & 1,3 & 1,4 & 1,5 & 1,6 & 1,7 & 1,8 & 1,9 & 2 & 2,1 & 2,2 & 2,3 & 2,4 & 2,5 \end{matrix}$$

5. Серая шкала предназначена для экспонетрических контрольных испытаний фотоматериалов в условиях съемки с учетом погрешностей, вносимых съемочной камерой, и заменяет собой эталонный съемочный объект. Шкала состоит из таблицы с рядом ахроматических полей различной светлоты от предельно черного до максимально белого (рис. 10). Ряд светлот — равноступенный, т. е. интервал между смежными полями одинаковой величины с разностью плотностей в отраженном свете (константой) $D = 0,3$. Каждое поле отличается по светлоте от соседнего в два раза. Цвет полей ахроматический, поверхность матовая с диффузным отражением. Матовость — обязательное условие для серой шкалы, вызванное необходимостью независимости



б

а

Рис. 10. Серые шкалы для экспонетрических испытаний кинофотоматериалов:

а — схемы; б — способ расположения полей шкалы на планшете

яркости от направления падения света. Переход с каждого поля шкалы эквивалентен изменению на одно деление диафрагмы или изменению на одну ступень выдержки.

В качестве исходного берется белое поле с предельной светлотой, условно обозначаемой плотностью 0,0. Средний коэффициент отражения серой 8-польной шкалы соответствует среднесерому объекту с $\rho = 0,2$, на который настроены все отечественные экспонетры. Коэффициент отражения исходного белого поля $\rho = 0,8$. Зарубежные экспонетры настроены на среднесерый объект с $\rho = 0,16$; соответствующий серой шкале с 10 полями. Для такой шкалы исходное белое поле имеет коэффициент отражения $\rho = 0,85$. Для обеих серых шкал среднее значение коэффициента отражения определяется как среднеарифметическое суммы величин элементарных полей.

На стандартной серой шкале, предназначенной для контрольных фото- и киносъемок, поля на таблице размещены в два ряда

по четыре поля на каждом. Такое расположение способствует размещению шкалы в рамке кадра. На некоторых стандартных шкалах иногда выделяется шестое поле увеличенных размеров с $\rho = 0,2$, по светлоте приближающееся к среднебелому лицу человека для контроля этой плотности. Первым полем считается черное. Поскольку на практике плотность этого поля получить на бумаге невозможно, оно выполняется из черного бархата.

Оптическая характеристика серой шкалы следующая:

Номер поля	1	2	3	4	5	6	7	8
Коэффициент отражения ρ	0,006	0,012	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
Светлота, %	0,6	1,2	2,5	5	10	20	40	80
Оптическая плотность D	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3	0,0
Область световосприятия	Тени		Полутона			Света		

При съемке равноступенной серой шкалы с константой плотности $K_D = 0,3$ выполняют восемь экспозиций, последовательно отличающихся в два раза. В негативе получается восемь участков (полей), которые можно рассматривать как результат экспонирования одной и той же яркости восемью различными выдержками. Это позволяет выражать результаты обработки на стандартном сенситометрическом бланке, поскольку интервалы экспозиций, даваемые стандартной серой шкалой, равны интервалам экспозиций этого бланка. Негативное изображение серой шкалы является экспонограммой, полученной в практических условиях съемки, и дает представление о рабочей характеристике фотослоя (рабочей кривой негатива) для конкретной съемочной камеры и световых условий съемки. При визуальном контроле негативов серой шкалы можно выявлять ошибки, связанные с режимом экспонирования и обработкой в различных растворах. Рассматривая экспонограмму в проходящем свете, можно представить изменение в негативе плотности какой-либо детали объекта при изменении освещенности в два раза. Наиболее правильным показателем высокого качества цветопередачи считается точное воспроизведение на цветном фотослое стандартной серой шкалы в процессе негатив-позитив.

В индивидуальных условиях с достаточной для практики точностью поля серой шкалы можно изготовить на матовой фотобумаге Унибром, обработанной в стандартном проявителе, дающем серый цвет изображения. Размер фотобумаги должен быть не менее 24×30 см. Листы экспонируются равномерным светом на фотоувеличителе разными экспозициями с кратностью близкой двум и обрабатываются. Один лист бумаги не экспонируется и не проявляется, а только фиксируется. Он служит исходным 8-м полем шкалы с плотностью в отраженном свете $D = 0,0$. Затем выверенным экспонетром по способу измерения яркости при равномерном освещении листов замеряются поля по схемам рис. 11, а — в. Результаты должны отличаться от исходного и других полей ступенчато на одно деление шкалы экспонетра, т. е. в два раза. Размер одного поля 80×80 или 100×100 мм. Поля наклеивают на лист фанеры толщиной 4—8 мм в два ряда, как показано на рис. 10, б.

В профессиональной фотографии и кинематографии применяют шкалы трех размеров: длиной около 30 см — для съемок

деталей или портретов крупным планом; 140 см — для съемок удаленных и общих планов; 40—50 см — во всех остальных случаях. Для возможности измерения каждого поля шкала в негативе должна занимать третью часть кадра. В процессе цветных съемок шкалу всегда снимают в первом кадре заряженной в съемочную камеру фотопленки с целью обработки одинаково с остальными кадрами. Кроме описанных шкал, применяют специальные профессиональные контрольные шкалы и тесты [46].

6. Графическое решение тоновоспроизведения. Связь оптических плотностей проявленного фотослоя с яркостями элементов объекта принято выражать кривыми на стандартном сен-

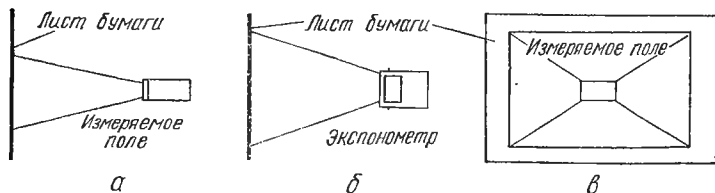


Рис. 11. Схема измерения яркости бумаги экспониметром: а — вид сбоку; б — вид сверху; в — вид спереди

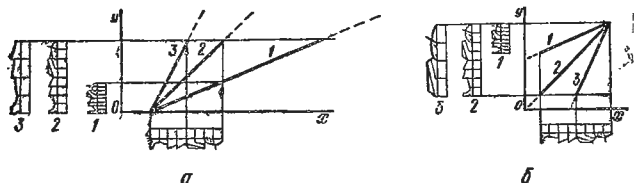


Рис. 12. Геометрически линейное преобразование величин в системе координат. Трансформация яркостей объекта при ограниченном значении ординаты (а) и абсциссы (б)

ситометрическом бланке (ГОСТ 10691.0—84), представляющем собой первый квадрант прямоугольной системы координат [19]. Для правильного представления передачи тонов (их трансформации) это соотношение можно выразить стилизованными графиками зависимостью $y = ax$, где y — плотность фотослоя, отложенная по ординате; a — линейная величина зависимости (функция); x — яркость объекта, отложенная на абсциссе.

На рис. 12 показаны три основных случая трансформации параметров объекта: $a < 1$, $a = 1$ и $a > 1$ при одинаковом масштабе отрезков x и y , где a — прямые линии 1, 2 и 3.

При $a < 1$ все яркости объекта, отмеченные на оси x , передаются прямой 1 на оси y в пропорционально меньших величинах и характеризуют трансформацию тонов на нижнем или верхнем участке характеристической кривой фотослоя при недодержке и передержке экспозиции соответственно.

При $a = 1$ яркости объекта передаются прямой 2 на оси y в пропорциональных величинах, ограниченных максимальным значением y , что характеризует пропорциональную тонопередачу, соответственно фотографической широте фотоматериала.

При $a > 1$ яркости одной половины объекта передаются прямой 3 на оси y в значительно трансформированном виде, а второй половины отсекаются и определяются предельным значением y . Этот случай показывает значительную трансформацию тонов, характеризующую полное несоответствие яркостных параметров объекта параметрам фотослоя.

7. Светорассеяние на фотослое и негативное изображение. Образование изображения на фотослое в съемочной камере всегда сопровождается его равномерной паразитной засветкой, зависящей от конструктивных особенностей камеры, количества линз в объективе, величины ярких деталей съемочного объекта и экспозиции [19]. Степень светорассеяния показана кривыми на рис. 13, полученными после соответствующего экспонирования и обработки, характеризующими:

кривая 1 (прямая) — 100 %-ную засветку фотослоя при полном заполнении площади кадра объектом с одной высшей яркостью (съемка одного пасмурного неба, листа белой бумаги), детали в этом объекте отсутствуют, $\Delta D = 0$;

кривая 2 — засветку фотослоя при заполнении примерно 1/4 площади кадра темными элементами объекта и 3/4 площади ярким небом (пейзаж с низким горизонтом летом с белыми облаками или снежный зимой, редкий типографский текст на листе белой бумаги), $\Delta D = \text{мин}$;

кривая 3 — засветку фотослоя при половинном заполнении кадра высшей яркостью (наиболее частый случай фотосъемки зимних или летних пейзажей с белым небом в кадре);

кривые 4 и 5 — засветку при съемке объекта со средневзвешенной яркостью при $\rho \approx 0,2$ (съемка портрета на темном фоне), $\Delta D = \text{макс}$;

кривая 6 — сенситометрическая.

При правильной композиции элементов яркости съемочного объекта характеристика светорассеяния примерно соответствует кривой 5. Правильным в композиционно-яркостном отношении считается распределение примерно равновеликих по площади 8—10 яркостей, соответствующих площадям светлот полей серых шкал с $\rho = 0,2$ и $\rho = 0,16$ (5). В яркость объекта съемки обязательно входит и его фон. Преобладание в объекте площадей каких-либо светлот более 1/8—1/10 площади кадра приводит к появлению доминирующего его яркостного центра, претендующего на смысловой центр, и в отношении светорассеяния характеризуется одной из кривых, показанных на рис. 13.

Рассеяние света уменьшает контраст оптического изображения объекта на фотослое и спрямляет нижний изгиб ХК. Чем больше светорассеяние (особенно от светлого фона), тем при неизменных условиях обработки больше уменьшается контраст изображения, в результате чего уменьшается интервал плотности негатива и для печати с него необходима более контрастная фотобумага. На нормальной бумаге позитивное изображение лишается чисто черных или чисто белых тонов в зависимости от экспозиции при печати. Повышение гаммы при прояв-

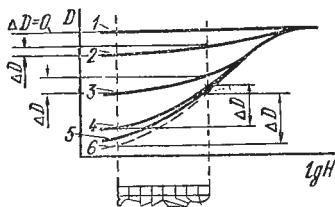


Рис. 13. Рабочие кривые фотослоя при разной степени рассеяния света в съемочной камере

лений негатива деформирует ХК, как показано на рис. 14, которая принимает форму примерно окружности сегмента. В каждом конкретном случае съемки и обработки следует учитывать фон, на котором снимается сюжетно важная деталь: белый, серый или черный.

8. Расчет рабочей кривой негатива по степени светорассеяния. Постоянная величина светорассеяния R в съемочной камере зависит от объектива и отражательной способности внутренних частей камеры, расположенных напротив или около плоскости пленки. Лучшие съемочные камеры имеют коэффициент светорассеяния $R \geq 1\%$, обычные — $R = 2...3\%$. В камерах без средств уменьшения светорассеяния $R \geq 5\%$. Дополнительно R зависит от средней яркости объекта съемки, образованной его элементарными яркостями, и съемочной экспозиции.

Для ориентировочного графического расчета рабочей кривой негатива по имеющейся ХК с учетом R принимают условный объект съемки с белым, серым и черным фоном, на котором смысловой центр сюжета выражен серой шкалой, занимающей определенную часть площади кадра. Всю площадь съемочного кадра условно разбивают на одинаковые элементарные площадки, равные по величине одному полю серой шкалы (рис. 15). В кадре при общем количестве элементарных полей 24 серая шкала (8 полей) условно занимает 33,3 % его площади, фон (16 полей) — 66,6 %. Светлоту фона условно приравнивают светлоте поля шкалы: белого — светлоте восьмого с $\rho = 0,8$; серого — шестого с $\rho = 0,2$; черного — первого поля с $\rho = 0,006$ (5). Для построения рабочей кривой негатива определяют общую экспозицию фотослоя по сумме экспозиций элементарных полей объекта и по ней, как части, — экспозицию паразитного светорассеяния соответственно его величине в процентах. На рис. 16 показана схема стандартного сенситометрического бланка. Восемь экспозиций от элементарных полей серой шкалы на верхней шкале бланка составляют равноступенный ряд от 0,01 до 1,26 лк · с. Экспозиция от элементарной площадки фона соответствует экспозиции одного из полей серой шкалы: белого (1,26 лк · с), серого (0,32 лк · с) или черного (0,01 лк · с). Для расчета находят:

средний коэффициент отражения объекта $\rho_{\text{ср}}$ при заданном фоне, экспозицию от шкалы $H_{\text{ш}}$ (суммарную), экспозицию от фона $H_{\text{ф}}$ (суммарную), общую экспозицию от объекта $H_{\text{общ}} = H_{\text{ш}} + H_{\text{ф}}$ (экспозицию фотослоя), среднюю экспозицию фотослоя при заданном фоне $H_{\text{ср}} = H_{\text{общ}} \cdot \rho_{\text{ср}}$, экспозицию паразитного светорассеяния при заданном R $H_{\text{расс}} = (H_{\text{ср}} \cdot R) : 100$.

Построение рабочей кривой негатива для объекта с белым фоном при $\rho = 0,8$ и $R = 1\%$.

Средний коэффициент отражения объекта определяют из суммы всех его светлот: 16 элементарных полей фона ($\Sigma\rho_{\text{ф}}$) и 8 полей серой шкалы ($\Sigma\rho_{\text{ш}}$), деленной на общее количество полей кадра 24 (среднеарифметическое значение), т. е. $\rho_{\text{ср.б}} = (\Sigma\rho_{\text{ф}} + \Sigma\rho_{\text{ш}}) : 24$.

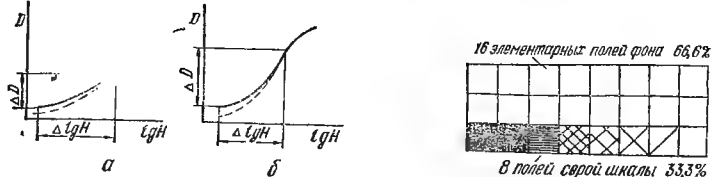


Рис. 14. Графики изменения характеристической кривой при нормальной обработке и $\gamma_{рек}$ (а) и увеличенном времени проявления и $\gamma_{макс}$ (б)

Рис. 15. Условный объект съемки, состоящий из фона (66,6 % площади, 16 полей кадра) и серой шкалы (33,3 %, 8 полей)

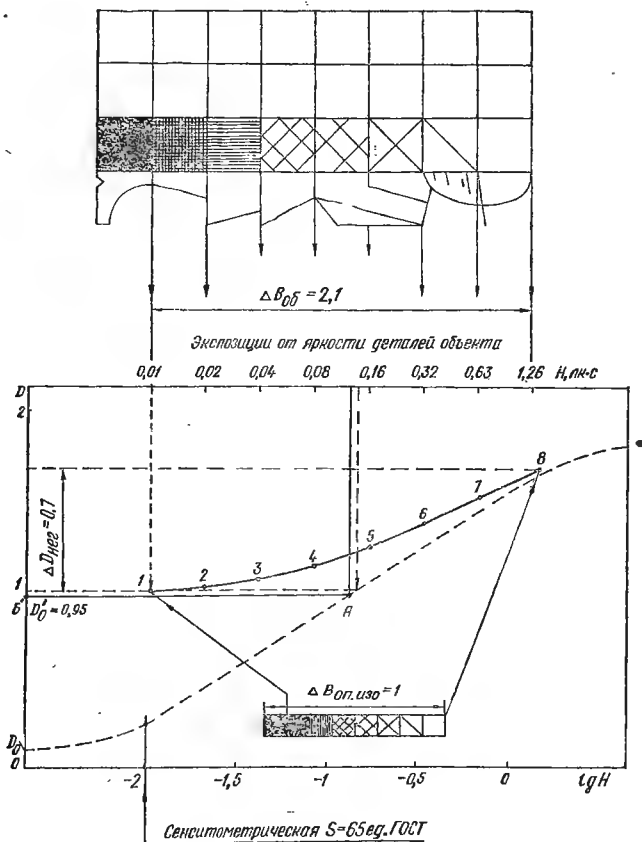


Рис. 16. Схема стандартного сенситометрического бланка для примера расчета рабочей кривой негатива снятого объекта съемки с белым фоном при светорассеянии 1 %

Для объекта с белым фоном ($\rho_6 = 0,8$):

$$\rho_{\text{ср.б}} = [(16 \times 0,8) + 0,8 + 0,4 + 0,2 + 0,1 + 0,05 + 0,025 + 0,012 + 0,006] : 24 = 0,6;$$

где слагаемые — коэффициенты отражения 8 полей шкалы, а значение 0,8 в круглых скобках — коэффициент отражения одного белого поля фона.

Экспозицию от шкалы определяют как сумму элементарных экспозиций от каждого поля:

$$H_{\text{ш}} = 0,01 + 0,02 + 0,04 + 0,08 + 0,16 + 0,32 + 0,63 + 1,26 = 2,52 \text{ лк} \cdot \text{с.}$$

Экспозиция от фона с 16 элементарными площадками (1,26 лк · с — экспозиция от 8 белого поля шкалы) $H_{\text{ф}} = 16 \times 1,26 = 20,16 \text{ лк} \cdot \text{с.}$

Общая экспозиция от всего объекта съемки (шкалы и фона)

$$H_{\text{общ}} = H_{\text{ш}} + H_{\text{ф}} = 2,52 + 20,16 = 22,68 \text{ лк} \cdot \text{с.}$$

Средняя экспозиция объекта с белым фоном при $\rho_{\text{ср.б}} = 0,6$ составит

$$H_{\text{ср.б}} = H_{\text{общ}} \cdot \rho_{\text{ср.б}}, \text{ т. е. } H_{\text{ср.б}} = 22,68 \times 0,6 = 13,6 \text{ лк} \cdot \text{с.}$$

Это — средняя величина полезной экспозиции, воздействующей на фотослой от объекта съемки с белым фоном.

Экспозиция паразитного светорассеяния $H_{\text{расс}}$ при $R = 1$ составит

$$H_{\text{расс}} = (H_{\text{ср.б}} \cdot R) : 100 = (13,6 \times 1) : 100 = 0,13 \text{ лк} \cdot \text{с.}$$

Для построения рабочей кривой негатива на верхней шкале бланка (рис. 16) находят точку, соответствующую вычисленному значению $H_{\text{расс}} = 0,13 \text{ лк} \cdot \text{с}$ и из нее опускают перпендикуляр на сенситометрическую ХК в точку А (сплошная линия). Из этой точки проводят горизонтальную линию влево до пересечения с осью плотности в точке Б. Полученная величина показывает плотность фотослоя от паразитной засветки и является нулевой плотностью негативного изображения или новой плотностью вуали в сумме с вуалью пленки: $D'_0 = D_{\text{расс}} + D_0$, т. е. $D'_0 = 0,95$. Учитывая экспозицию паразитного светорассеяния $H_{\text{расс}} = 0,13 \text{ лк} \cdot \text{с}$, строят точки рабочей кривой негатива, прибавляя эту величину к экспозиции от каждого поля шкалы.

Для построения первой точки рабочей кривой экспозицию светорассеяния суммируют с экспозицией первого поля серой шкалы:

$$H_1 = H_{\text{расс}} + H_{\text{ш.1}} = 0,13 + 0,01 = 0,14 \text{ лк} \cdot \text{с.}$$

Полученную величину экспозиции находят на верхней шкале экспозиций бланка (между 0,08 и 0,16 лк · с), опускают из этой точки перпендикуляр на ХК (штриховая линия) и из точки пересечения проводят влево параллель до пересечения с проекцией, проведенной из точки экспозиции первого поля шкалы 0,01 лк · с (пересечение штриховых линий на рисунке). Точка 1

рабочей кривой соответствует плотности, полученной от экспозиции первого поля серой шкалы с учетом светорассеяния.

Экспозиция фотослоя от любого поля шкалы n будет равна сумме экспозиций от этого поля и рассеянного света: $H_n = H_{ш.n} + H_{расс}$ лк · с. Далее составляют таблицу для каждого поля серой шкалы:

Номер поля шкалы, n	$H_{ш.n}$, лк · с	$H_{расс}$, лк · с	Общая экспозиция поля n , $H_{общ}$, лк · с
1	0,01	0,13	0,14
2	0,02	0,13	0,15
3	0,04	0,13	0,17
4	0,08	0,13	0,21
5	0,16	0,13	0,29
6	0,32	0,13	0,45
7	0,63	0,13	0,76
8	1,26	0,13	1,39

По полученным величинам $H_{общ}$ строят остальные семь точек, соединяют их и получают рабочую кривую фотослоя при $R = 1\%$. При меньшем светорассеянии кривая располагается ниже, при большем — выше. Полученная на рис. 16 рабочая кривая (сплошная линия) значительно отличается от ХК и показывает, что интервал плотности негатива $\Delta D_n = 0,7$ соответствует L_g особоконтрастной фотобумаги для фотопечати. Серая шкала внизу бланка, выполненная в его линейном масштабе, характеризует истинный интервал яркости оптического изображения (изо) на фотослое в камере, определенный из отношения крайних экспозиций шкалы с учетом светорассеяния: $(1,26 + 0,13) : (0,01 + 0,13) = 1,39 : 0,14 = 10$, что в логарифмическом выражении составляет $\Delta B_{изо} = 1$ (4).

Построение рабочей кривой негатива для объекта с серым фоном аналогично. Определяют основные параметры и находят рабочие точки кривой.

Средний коэффициент отражения — из суммы всех светлот:

$$\rho_{ср.с} = [(16 \times 0,2) + 0,8 + 0,4 + 0,2 + 0,1 + 0,05 + 0,025 + 0,012 + 0,006] : 24 = 0,2.$$

Экспозиция от шкалы:

$$H_{ш} = 0,01 + 0,02 + 0,04 + 0,08 + 0,16 + 0,32 + 0,63 + 1,26 = 2,52 \text{ лк · с.}$$

Экспозиция от фона (0,32 лк · с от одного шестого поля):

$$H_{ф} = 16 \times 0,32 = 5,12 \text{ лк · с.}$$

Общая экспозиция от всего объекта (шкалы и фона):

$$H_{общ} = H_{ш} + H_{ф} = 2,52 + 5,12 = 7,64 \text{ лк · с.}$$

Средняя экспозиция от объекта с серым фоном при $\rho_{ср.с}$ составит

$$H_{ср.с} = H_{общ} \cdot \rho_{ср.с} = 7,64 \times 0,2 = 1,528 \text{ лк · с.}$$

Экспозиция светорассеяния при $R = 1\%$ составит

$$H_{\text{расс}} = (H_{\text{ср.с}} \times 1) : 100 = 1,528 : 100 = 0,015 \text{ лк} \cdot \text{с}.$$

Опуская перпендикуляр из точки $H_{\text{расс}} = 0,015 \text{ лк} \cdot \text{с}$ на верхней шкале бланка на сенситометрическую ХК, находят значение новой плотности засветки (вуали) $D'_0 = 0,23$. Аналогично построению рабочей кривой для объекта с белым фоном составляют вспомогательную таблицу и находят восемь точек рабочей кривой.

Построение рабочей кривой негатива для объекта с черным фоном. Определяют основные параметры.

Средний коэффициент отражения — из суммы всех светлот:

$$\rho_{\text{ср.ч}} = [16 \times 0,006] + 0,8 + 0,4 + 0,2 + 0,1 + 0,05 + 0,025 + 0,012 + 0,006] : 24 = 0,07.$$

Экспозиция от шкалы:

$$H_{\text{ш}} = 0,01 + 0,02 + 0,04 + 0,08 + 0,16 + 0,32 + 0,63 + 1,26 = 2,52 \text{ лк} \cdot \text{с}.$$

Экспозиция от фона (0,01 лк · с от одного первого поля):

$$H_{\text{ф}} = 16 \times 0,01 = 0,16 \text{ лк} \cdot \text{с}.$$

Общая экспозиция от всего объекта (шкалы и фона):

$$H_{\text{общ}} = H + H_{\text{ф}} = 2,52 + 0,16 = 2,68 \text{ лк} \cdot \text{с}.$$

Средняя экспозиция от объекта с черным фоном при $\rho_{\text{ср.ч}} = 0,07$ составит

$$H_{\text{ср.ч}} = 2,68 \times 0,07 = 0,18 \text{ лк} \cdot \text{с}.$$

Экспозиция светорассеяния при $R = 1\%$ составит

$$H_{\text{расс}} = (H_{\text{ср.ч}} \times 1) : 100 = 0,18 : 100 = 0,001 \text{ лк} \cdot \text{с}.$$

Опуская перпендикуляр из точки $H_{\text{расс}} = 0,001 \text{ лк} \cdot \text{с}$ на верхней шкале бланка на сенситометрическую ХК, видим, что значение новой плотности засветки D'_0 в данном случае при объекте с черным фоном практически совпадает с плотностью вуали негатива D_6 . Аналогично построению рабочей кривой для объекта с белым фоном составляют вспомогательную таблицу и находят восемь точек рабочей кривой.

Для построения рабочих кривых фотопленок «Фото» на стандартных сенситометрических бланках для объектов с белым, серым и черным фоном при светорассеянии 1, 2, 5 и 10 % (рис. 17) приводится таблица:

Фон в объекте съемки	Средняя экспозиция фотослоя $H_{\text{ср}}$, лк · с	Экспозиция $H_{\text{расс}}$ в лк · с при коэффициенте светорассеяния $R, \%$			
		1	2	5	10
Белый ($\rho = 0,8$)	13,6	0,13	0,26	0,68	1,3
Серый ($\rho = 0,2$)	1,53	0,015	0,03	0,075	0,15
Черный ($\rho = 0,006$)	0,18	0,0018	0,003	0,009	0,018

9. Влияние съемочной экспозиции при стандартном проявлении. Воспроизведение фотографического изображения плотностями негатива в основном зависит от начального участка рабочей кривой, на котором воспроизводятся теневые участки объекта с низшими светлотами. В объекте их всегда много (5, тени, полутон). Изменение съемочной экспозиции приводит к изменению светорассеяния с изменением их тонопередачи. Изменяется контраст изображения и для правильного тоновоспроизведения необходим подбор фотобумаги соответствующего контраста. Стандар-

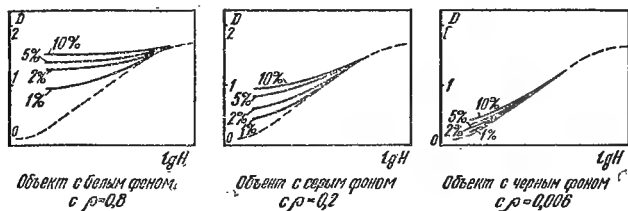


Рис. 17. Усредненные рабочие кривые (—) условного объекта снятого на белом, сером и черном фоне при различной степени светорассеяния в % и стандартной обработке; ---- — сенситометрическая ХК

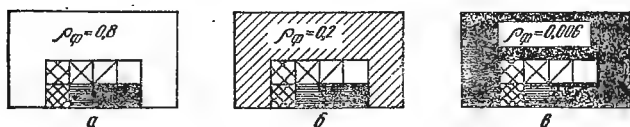


Рис. 18. Условный экспонетрический объект съемки — серая шкала на белом (а), сером (б) и черном (в) фоне

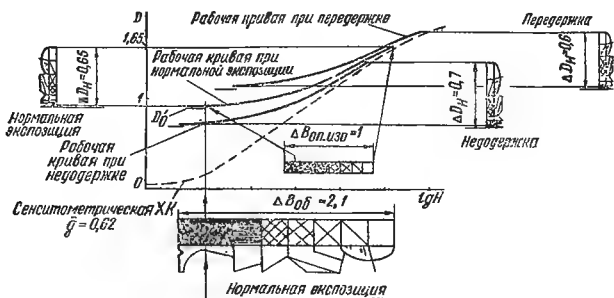
том установлены следующие величины интервала экспозиций L_g для фотобумаг:

Фотобумага	Интервал экспозиций L_g
Особоконтрастная	$\leq 0,7$
Контрастная	0,8—0,9
Нормальная	1,0—1,1
Полумягкая	1,2—1,3
Мягкая	$\geq 1,4$

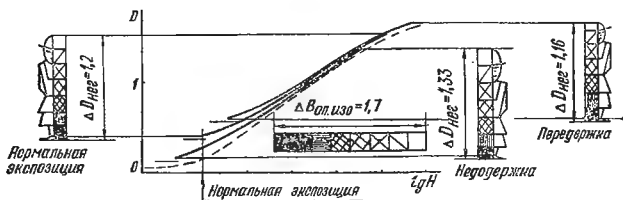
Для решения задач тоновоспроизведения приводятся три усредненные по яркости объекта съемки с различным фоном (рис. 18), для которых на рис. 19 показаны рабочие кривые негатива на пленках «Фото» при коэффициенте светорассеяния в съемочной камере $R = 1\%$. Кривые получены по методике (8). Кривые показывают характер тонопередачи и позволяют подобрать фотобумагу необходимой контрастности.

Объект съемки на белом фоне (рис. 19, а), например с большими площадями в кадре заснеженных или ярких водных пространств, яркого неба или типографского текста на белой бумаге (репродукция). Белый фон способствует сужению интер-

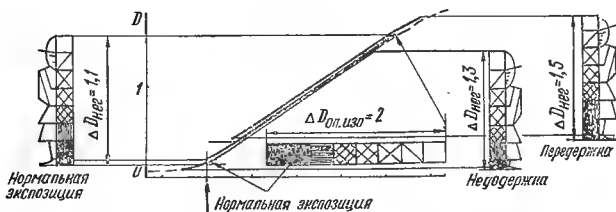
вала яркости объекта в его оптическом изображении до $\Delta B_{\text{оп.изо}} = 1$ и повышению общей плотности негатива. Кривизна рабочей кривой не имеет прямолинейного участка (переменный градиент) и контраст негатива оценивается средним градиентом $\bar{g}$. При $R = 1\%$ приравнивание низших плотностей негативного



а



б



в

Рис. 19. Рабочие кривые негативов объектов, снятых на белом (а), сером (б) и черном (в) фоне при светорассеянии 1%; ---- — сенситометрическая ХК

изображения к плотности вуали является особенностью объектов с белым фоном. При интервале плотности $\Delta D_{\text{нег}} = 0,6 \dots 0,7$ для печати позитива необходима особоконтрастная фотобумага с $L_{\text{д}} = 0,7$.

При нормальной экспозиции светорассеяние уменьшает контраст изображения до $\bar{g} = 0,3$. Нижний участок рабочей кривой имеет крайне малый градиент. Тонопередача теней пропорциональна, но соизмерима с плотностью вуали (провал в тенях).

Печать с негатива допустима на особоконтрастной фотобумаге с проработкой деталей только в светах.

При недодержке на одну ступень светорассеяние вдвое меньше. Высшие светлоты объекта воспроизводятся меньшими плотностями негатива. Низшие светлоты также передаются плотностью, близкой к вуали, и выпадают из изображения. Негатив создает трудности при фотопечати. При недодержке пример съемки на белом фоне может быть рекомендован для репродукции черных текстов на белой бумаге при более контрастном проявлении.

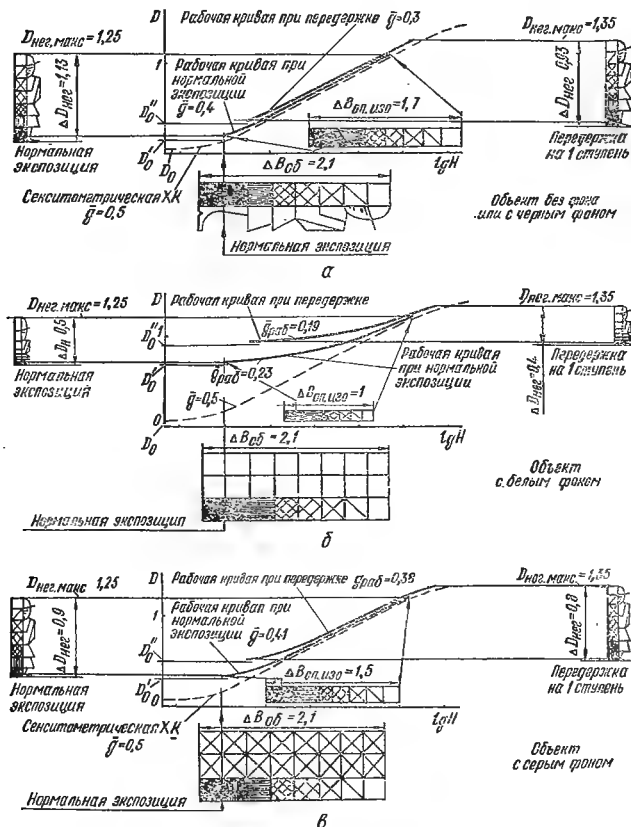
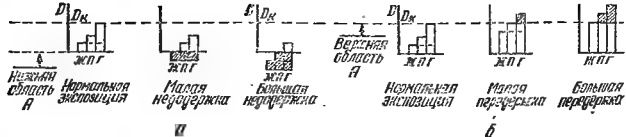
Передержка на одну ступень создает значительную общую плотность негатива с ухудшением воспроизведения низших тонов. При среднем градиенте $\bar{g} < 0,3$ негатив нельзя рекомендовать для печати. Исправить его можно процессом голокопии (51), но с удовлетворительными результатами при печати на особо-контрастной фотобумаге.

Объект съемки на сером фоне (рис. 19, б) наиболее распространен, без неба в кадре или с небом не более $1/8—1/10$ его площади. Характерен средневзвешенной яркостью при $\rho \approx \approx 0,2$, на которую настроены все отечественные экспонометры. Правильная съемка и обработка соответствует требованиям стандарта. Различное экспонирование создает эффект светорассеяния, при котором интервал яркости оптического изображения $B_{\text{оп-изо}} = 1,5...1,85$ при стандартной обработке создает интервал оптической плотности негатива $D_{\text{нег}} = 1,3...1,15$ с применением при печати нормальной или полумягкой фотобумаги. При значительной съемочной экспозиции с нормальным проявлением исправление экспонированных негативов возможно процессом голокопии (51).

Объект съемки на черном фоне (рис. 19, в) относят в основном к портретам на темном или даже черном фоне, образованном недостаточной подсветкой, или к съемке портрета в лесу при солнечном освещении на фоне черных деревьев или елок. Черный фон практически исключает паразитную засветку фотослоя и способствует незначительному изменению интервала яркости оптического изображения сюжетно важной детали кадра (серой шкалы). Малое изменение светорассеяния при недодержках и передержках изменяет оптический интервал яркости объекта в пределах $B_{\text{оп-изо}} = 1,9...2,05$ и создает максимально возможный практический интервал оптической плотности негатива $D_{\text{нег}} = 1,15...1,5$. При этом передержка съемочной экспозиции на $0,5—1$ ступень улучшает равномерность передачи тонов. Для фотопечати с таких негативов применяют полумягкую или мягкую фотобумагу.

В цветной фотографии изменение съемочной экспозиции критично при цветообразовании. Для правильной цветопередачи необходимо, чтобы величина экспозиции обеспечивала экспонирование от всех яркостей объекта в пределах рабочей кривой негатива, а зональные экспозиции создавали бы в трех слоях негативной пленки пропорциональные величины зональных плотностей. Нижняя граница рабочей кривой практически соответствует плотности вуали, верхняя — высшей копировальной плотности негатива для фотопечати $D_k = 1,3...1,5$. При цветовоспроизведении значительную роль играет светорассеяние [19].

При экспозиционной недодержке (рис. 20, а) в негативе не воспроизводятся низшие яркости зональных цветов объекта,



поскольку опускаются до уровня вуали, а высшие приобретают недостаточную для фотопечати копируемую плотность. В результате оранжевый цвет при недодержке может получиться красным.

При экспозиционной передержке (рис. 20, б) высшие зональные яркости оранжевого объекта поднимают зональные плотности негатива за предел нормально копируемой D_K . Цветной негатив, получая дополнительные зональные плотности, не дает хорошего воспроизведения тонов, фактур поверхностей и цветности объекта, поскольку эти дополнительные плотности разбеливают цвета. Оранжевый цвет в позитиве может получиться белым.

10. Влияние на тонопередачу негатива недопроявления и перепроявления. Оптимальным проявлением в отношении тонопередачи является стандартное, позволяющее получать однозначные воспроизводимые результаты с определенным рекомендуемым коэффициентом контрастности для стандартного объекта со средними яркостными характеристиками (4). При отклонении яркостных характеристик съемочного объекта от средних величин и изменении времени проявления в сторону уменьшения или увеличения тоновоспроизведение искажается.

На графиках рис. 21 и 22 показаны случаи такого отклонения. Увеличение искажения тоновоспроизведения происходит с увеличением в кадре площади белого более 10—12 %, при котором темные детали объекта воспроизводятся плохо. *Недопроявление* (рис. 21) с увеличением съемочной экспозиции приводит к повышению светорассеяния и дополнительной паразитной вуали засветки, складывающейся с основной вуалью негатива, и большему пропаданию глубоких теней объекта. Для печати с недопроявленных негативов при больших площадях белого в кадре выбирают фотобумагу повышенной контрастности. При перепроявлении (рис. 22) дополнительно к этому увеличивается интервал плотности негатива ΔD_{neg} с искажением высших светлот объекта и для печати выбирают более мягкую фотобумагу.

При цветной обработке отклонение от стандартного проявления и нормальной экспозиции критично для образования цвета изображения. Эти отклонения недопустимы, так как цветные негативные материалы относительно черно-белых имеют меньшую фотографическую широту и относительно короткую рабочую кривую. Искажение цвета в изображении происходит как при недопроявлении, так и при перепроявлении негатива и может быть условно показано посредством графической передачи тонов серой шкалы через стилизованные кривые в тона позитивного изображения (рис. 23).

При недопроявлении негатива (рис. 23, а) тонопередача цветного объекта пропорциональна, но при уменьшенном контрасте, так как мягкое проявление способствует спрямлению рабочей кривой (прямая сплошная линия). Негатив становится тонким и малоплотным. При печати все тона объекта укладываются в нижнюю половину тонов позитива — в низшие и средние тона. При этом изображение получается малоконтрастным и темным. Все детали прорабатываются нормально, насыщенность цветов уменьшается, белый цвет передается серым тоном вследствие недостаточной высшей плотности в негативе. Сочетать недопроявление негатива с увеличением съемочной экспозиции нельзя,

несмотря на пропорциональную передачу всех тонов объекта (рис. 23, б), поскольку все они укладываются в верхнюю часть тонов позитива. При этом в позитивном изображении низшие яркости объекта передаются средними тонами. Необходимые

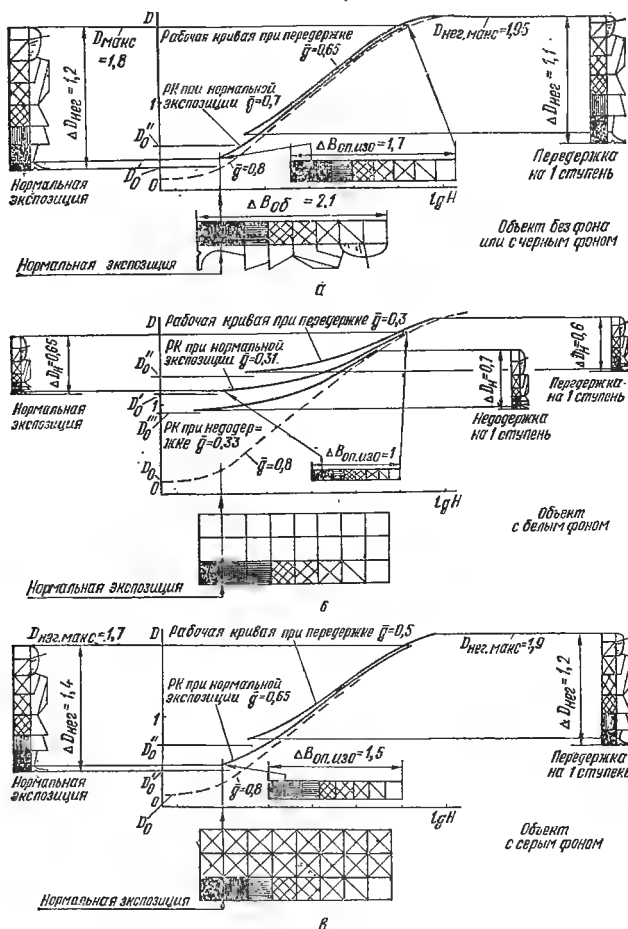


Рис. 22. Рабочие кривые (—) фотопленок «Фото» при перепроявлении ($\bar{g} = 0.8$) для стандартного объекта без фона (а), на белом (б) и сером (в) фоне; ---- — сенситометрическая ХК

глубокие черные тона исключаются, так как низший тон вместо черного становится серым. Насыщенность цветов уменьшается. Изображение светлое, малоконтрастное с проработкой всех деталей объекта.

При перепроявлении негатива (рис. 23, в) тонопередача пропорциональна только для низших и средних яркостей в значи-

тельно широкое интервале плотности, а высшие тона передаются непропорционально и практически одной высшей яркостью с отсутствием в них деталей. Такое контрастное проявление при малой фотографической широте цветной негативной пленки способствует искривлению рабочей кривой в ее верхней части, высшие плотности негатива значительно увеличиваются, затрудняя фотопечать. Изображение становится контрастным с плотными светами и с подчеркнутыми деталями в тенях. Перепроявление цветного негатива приводит к резкому снижению насы-

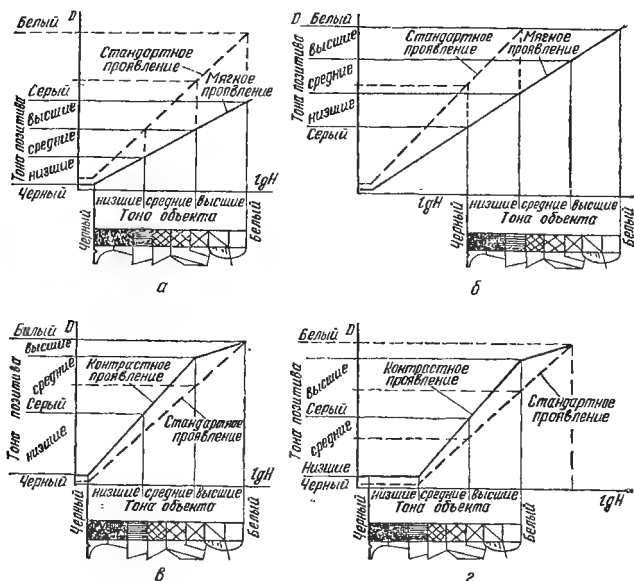


Рис. 23. Стилизованные графики геометрической передачи тонов эталонного объекта в тонах цветного позитива при недопроявлении и перепроявлении цветного негатива:

а — при нормальной экспозиции и недопроявлении; б — при передержке и недопроявлении; в — при нормальной экспозиции и перепроявлении; г — при недодержке и перепроявлении

щенности цветов в светах с полным их разбеливанием и к относительному увеличению насыщенности в тенях. При этом несколько изменяется цветовой тон.

— Сочетать перепроявление с уменьшением съемочной экспозиции при цветной съемке также нельзя (рис. 23, г), поскольку повышенная гамма негатива уменьшает рабочий участок кривой и тона передаются непропорционально. Деталей в тенях нет. Низшие тона выпадают из тоновоспроизведения и передаются одним черным тоном. Средние яркости объекта затемняются. Контраст в светах и средних тонах повышается с подчеркиванием деталей. Особенно заметно нарушается цветопередача малонасыщенных цветов и в первую очередь цвет лица человека, приобретающего неприятный кирпичный оттенок с увеличением контраста светотени.

11. Влияние времени проявления на тонопередачу объекта при неизменной съемочной экспозиции. Вначале проявления экспонированной пленки на фотослое появляются плотности, соответствующие высшим яркостям объекта. С увеличением времени проявления появляются низшие плотности, а высшие нарастают свою величину. Относительные величины начально появляющихся плотностей создают минимальную гамму проявления, повышающуюся в процессе обработки до максимального значения. Характер этих изменений для различных материалов

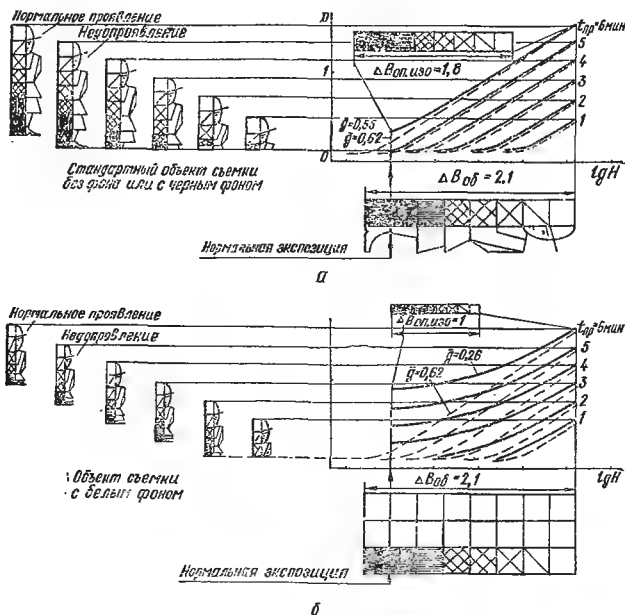


Рис. 24. Стилизованные графики стандартной обработки фотопленки «Фото-65» при разном времени проявления для эталонного объекта, снятого на черном (а) и белом (б) фоне при нормальной экспозиции; — — — рабочие кривые; - - - - - сенситометрическая ХК

неодинаков. У некоторых из них после начала проявления интервал плотностей уже образует большинство тонов изображения объекта, несмотря на малую гамму. Такие материалы допускают мягкое выравнивающее проявление («Фото-32», «Фото-130», «Фото-250»). У других («Фото 65») с начала проявления сохраняется относительно постоянная рекомендованная гамма (стоп-гамма), которая до рекомендованного времени проявления не воспроизводит низшие плотности негатива.

Графики на рис. 24 показывают характер тонопередачи для фотопленки «Фото-65», обладающей эффектом стоп-гаммы. Она сохраняет относительную неизменность тонопередачи, начиная с определенного времени проявления, но все тона объекта воспроизводятся только при рекомендованном времени стандарт-

ного проявления. При обработке в нестандартных проявителях зависимость может быть другая. Для иных пленок «Фото», не обладающих эффектом стоп-гаммы, уменьшенное относительно стандартного время проявления характеризует мягкое, а увеличенное — контрастное проявление и при увеличенном времени проявления максимальная гамма не превышает значения 1—1,2.

12. **Тоновоспроизведение в системе негатив-позитив.** Для печати с негативов, имеющих различную гамму (точнее $\bar{g}$) и соответственно интервал плотности $\Delta D_{\text{нег}}$, полученные при съемке объектов с различным фоном, применяют фотобумагу различной контрастности при установленных стандартом полезных интервалах экспозиций L_g (9). Правильная передача тонов возможна при точном согласовании $\Delta D_{\text{нег}}$ с L_g бумаги, которое достигается подбором фотобумаги к негативу. Позитивная фотопленка (черно-белая или цветная) отличается от фотобумаги одним определенным заданным коэффициентом контрастности и поэтому для печати на ней необходим определенный интервал плотности негативного изображения, дающий в позитиве определенную максимальную оптическую плотность. Для ориентировочного подбора фотобумаги к проявленному негативу приводится таблица:

Фон объекта съемки	Полученный интервал плотности негатива, $\Delta D_{\text{нег}}$	Интервал экспозиций фотобумаги, L_g	Степень контраста фотобумаги
Белый	0,3—0,7	$\leq 0,7$	Особоконтрастная
Серый	0,8—1,0	1,0—1,2	Нормальная или мягкая
Черный	1,2—1,4	$\geq 1,4$	Мягкая

Графически соответствие $\Delta D_{\text{нег}}$ с L_g фотобумаги при стандартной обработке показано на рис. 25. Худшие условия для тоновоспроизведения получаются при съемке объекта с белым фоном и его негативе, имеющем $\Delta D_{\text{нег}} = 0,35$ (рис. 25, а). Например, большая площадь яркого неба в кадре создает значительное светорассеяние, чрезмерно уменьшающее контраст изображения на негативе. Как видно из рисунка, применение для такого негатива даже особоконтрастной фотобумаги с $L_g = 0,7$ не позволяет получить нормальный отпечаток. При нормальном экспонировании бумаги тени объекта имеют некоторую проработку, а света получают дополнительную плотность, придающую позитивному изображению грязный вид. С получением нормальных светов тени становятся непроработанными и все изображение имеет недостаточную плотность с темными деталями объекта только серого цвета (тона). Полученный негатив непригоден для фотопечати.

При объекте с серым фоном (рис. 25, б) относительно уменьшенная контрастность негатива позволяет получить $\Delta D_{\text{нег}} = 0,8$ и для фотопечати требуется нормальная или контрастная фотобумага. При печати на нормальной бумаге изображение может быть запечатано в светах или иметь недостаточную плотность низших светлот, выраженных серыми тонами.

Негатив, полученный при съемке объекта с черным фоном (рис. 25, в), имеет интервал плотности, приближающийся к до-

пустимо максимально ($\Delta D_{\text{нег}} = 1,15$). Для печати с него подходит мягкая или полумягкая фотобумага.

Изменение стандартного времени проявления, указанного на упаковке негативного материала, может несколько улучшить параметры негатива, однако при более контрастном проявлении следует принимать во внимание деформацию рабочей кривой (см. рис. 14, б). При исключении из кадра больших площадей высшей яркости и уменьшении коэффициента светорассеяния

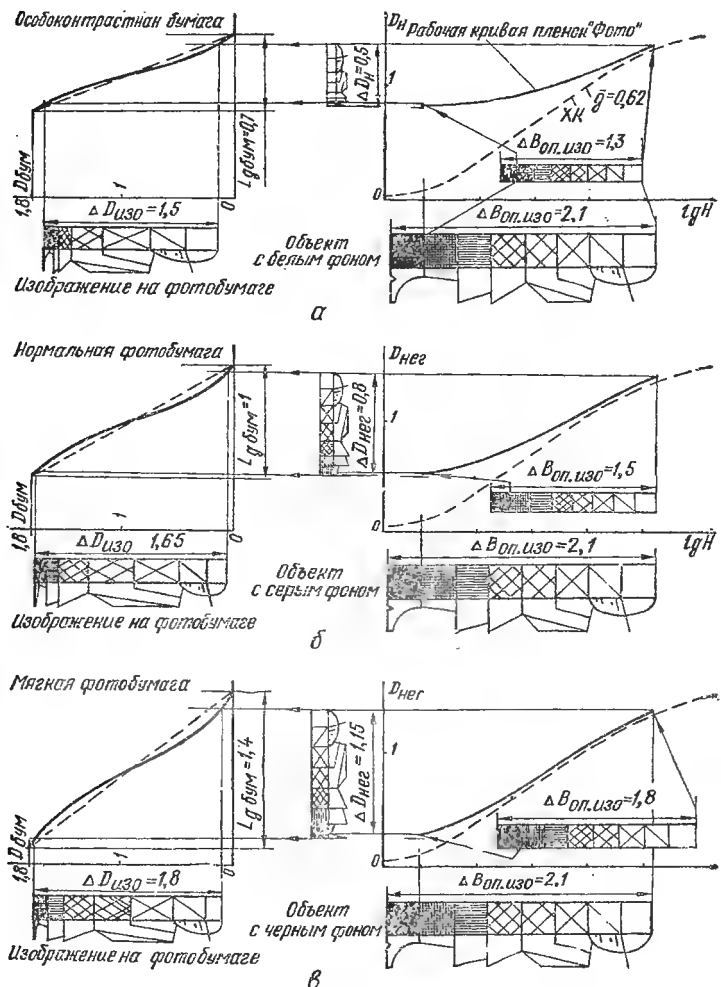


Рис. 25. Графики передачи тонов с негатива на позитив эталонного объекта, снятого и обработанного стандартно на белом (а), сером (б) и черном (в) фоне; — — рабочие кривые; - - - - сенситометрическая ХК

возможности тонкопередачи также резко изменяются, так как рабочая кривая негатива становится соизмерима с сенситометрической ХК. Например, при светорассеянии примерно 2 % тонкопередача приблизительно будет соответствовать кривым, показанным на рис. 25, в.

При печати с негатива на позитивную пленку (изготовление черно-белых слайдов) съемка и обработка негатива должны быть стандартными. При высшей сенситометрической плотности позитивной пленки $D \geq 3$ высшую плотность изображения на ней можно выбирать в зависимости от силы света диапроектора (при будущем проецировании на экран) в пределах $D_{\text{макс}} = 2 \dots 3$; для черно-белых слайдов на пленке МЗ-3Л при мощности лампы в проекторе 100 Вт высшая плотность $D_{\text{нво. макс}} = 2 \dots 2,2$. Для этой плотности интервал плотности негатива $\Delta D = 0,8 \dots 1$ вполне согласуется с L_g пленки МЗ-3Л. Ее рабочий интервал экспозиций охватывает нижний криволинейный участок ХК и часть прямолинейного, позволяющие получать позитив оптимальной плотности с хорошим изображением на экране.

ГЛАВА 2

Технология обработки и оборудование

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОБРАБОТКИ

Под технологией обработки понимается воздействие на фотослой различных растворов при определенных температурных, временных и механических режимах. Ее разделяют на три части: 1) подготовку рабочего места и оборудования; 2) выбор проявителя и составление растворов; 3) проведение технологического цикла. Оборудование для обработки применяют производственно-машинное, оснащенное механизмами и машинами для обработки большого количества материалов по разработанным технологическим инструкциям, и лабораторно-индивидуальное с ручной обработкой в зависимости от местных условий и требований к количеству и типу обрабатываемого материала.

13. Химия процессов обработки. Процесс проявления происходит в желатине фотослоя, находящегося в заданном растворе. В ней происходит химическая реакция между реагентами: галогенидом серебра и проявляющим веществом, поступающим из раствора. Скорость процесса характеризуется тремя стадиями: 1) скоростью химической реакции между реагентами в желатине; 2) скоростью проникновения в желатину проявляющего вещества (диффузией); 3) скоростью удаления из желатины продуктов реакции. Из трех стадий наиболее медленная определяет скорость всего процесса обработки.

В статическом состоянии фотоматериала и раствора скорость химической реакции определяется структурой фотослоя, составом раствора, его концентрацией и температурой. Скорость диффузии компонентов раствора в фотослой и продуктов реакции из него обратно в раствор определяется коэффициентом диффузии данных частиц в данной среде при тех же условиях. Кинетика проявления зависит в первую очередь от скорости диффузии проявляющих веществ, а затем от скорости удаления из фотослоя продуктов химической реакции. Непосредственно скорость

проникновения проявляющего вещества в фотослой обычных материалов составляет 1—3 с. Образующийся на границе с фотослоем пограничный заграждающий слой эту скорость замедляет.

14. Физика процессов обработки. Процесс любой обработки проводится при соблюдении двух условий: обеспечения доступа обрабатываемого вещества к желатине фотослоя и удаление с его поверхности продуктов реакции. Первое условие соблюдается, например, погружением фотослоя в раствор, второе — механическим отведением продуктов окисления от его поверхности. Быстрота погружения особенно критична для контрастно работающих проявителей и других быстродействующих растворов с относительно малым временем обработки.

С момента погружения начинается обработка и образование пограничного слоя. Появление его на поверхности фотослоя резко снижает эффект обработки и при неподвижном растворе и фотослой приводит к уменьшению контраста изображения. При этом неравномерное по разным причинам распределение пограничного слоя по поверхности желатины создает неравномерность обработки по всей площади фотослоя. При горизонтальном положении фотоматериала эмульсией вниз пограничный слой своей массой увлекается вниз, улучшая условия обработки, при эмульсии, находящейся сверху, статическая устойчивость фотоматериала позволяет пограничному слою накапливать свою массу, значительно ухудшая условия обработки.

15. Пограничный слой и способы его разрушения. Пограничный слой (ПС) — это плотная область раствора из продуктов окисления малой толщины, прилегающая к желатине фотослоя. Характеризуется концентрацией, зависящей от степени диффузии со стороны желатины и со стороны раствора. Пограничный слой препятствует нормальному проникновению обрабатываемого раствора в желатину, а положение светочувствительного материала вертикальное — в бачке или горизонтальное — в кювете оказывает различное влияние на степень его действия. Разрушать ПС можно двумя способами: перемещением материала в неподвижном растворе и передвижением раствора возле неподвижного фотослоя. Оптимальным является их совмещение.

При равномерном перемещении фотослоя в неподвижном растворе (машинная обработка киноплёнки) внутри ПС выделяются четыре основные функционально отдельные области (рис. 26, а). Первая — это относительно плотная, толщиной несколько микрон концентрированная масса выходящих из желатины продуктов окисления, неподвижная относительно фотослоя и движущаяся вместе с ним. Эта плотная масса плавно увлекает за собой вторую область ПС толщиной до миллиметра, которая перемещается параллельно движению фотослоя (ламинарно). По мере удаления от него скорость жидкости убывает и в третьей области ПС (до сантиметра и более) появляются завихрения, образующие турбулентное движение потока. Переход от ламинарного к турбулентному зависит от степени шероховатости фотослоя и других факторов. Четвертая область ПС удерживается основной массой обрабатываемого раствора, движется также ламинарно с потерей скорости у края до нуля, сливаясь с общей массой раствора. Четыре области ПС, участвуя в движении вместе с киноплёнкой в неподвижном растворе, преграждают путь для быстрого проникновения обрабатываемого раствора в фотослой и ухудшают диффузионный процесс обработки.

в машинах — для киноплёнки, движущейся в растворе вертикально, и рулонной фотобумаги, движущейся горизонтально или вертикально:

в кюветах — для плоских плёнок и фотобумаг, расположенных горизонтально:

в баках — для плоских фотоплёнок и фотобумаг, расположенных вертикально.

С целью получения нормально проработанных оптических плотностей по всей площади фотослоя для разрушения ПС требуется технологически постоянный и неизменяемый во времени механический режим (механика обработки), что обеспечивают различными способами.

Разрушение ПС вращением спирали в фотобачках. Штучная рулонная фотоплёнка заправляется в спираль и вставляется



Рис. 27. Ориентировочные графики зависимости толщины пограничного слоя от способа перемешивания раствора в фотобачках для фотопленки 16- и 35-мм с перфорацией (а) и 60-мм Рольфильм в стандартном фотобачке (б) и в специальном фотобачке (в)

в бачок с раствором. При ее равномерном небыстром вращении происходит перемешивание жидкости ребрами и прорезями боковых щечек и перфорациями пленки. Происходящая при этом турбулентция хорошо сменяет раствор между витками и эффективно разрушает ПС у 16-мм пленки с перфорацией и несколько слабее у 35 мм пленки (рис. 27, а).

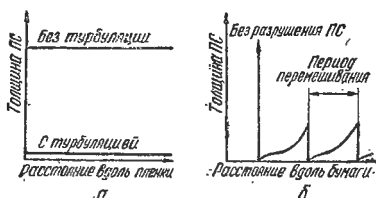
Наихудшие условия турбулентции относятся к обработке фотопленки Рольфильм 60 мм, не имеющей перфораций. Ее ширина и малое расстояние между витками в стандартном фотобачке на 300 мл не способствуют правильной механике разрушения ПС (рис. 27, б). В процессе вращении спирали интенсивное перемешивание раствора происходит около ее боковых щечек за счет прорезей и ребер жесткости. При этом нормальная обработка идет только на краях пленки. В ее средней части движение раствора недостаточно для разрушения ПС и подачи к фотослою раствора. В результате края фотопленки оказываются перепокрытыми, а середина недопокрытой. При медленном вращении спирали равномерность обработки улучшается, однако с недостаточным и неравномерным разрушением ПС временной режим нарушается и требует удлинения времени, не поддающегося статистической корректировке. В значительной степени этим недостаткам подвержены и двухспиральные заводские фотобачки большего объема, несмотря на их энергичное покачивание в различных направлениях при обработке.

Разрушение ПС способом вертикального перемещения спирали относится в основном к фотопленке Рольфильм 60 мм. Для

создания нормального технологического режима обработки необходимы фотобачки специальной конструкции. При их отсутствии подходят любые сосуды с высотой, равной двойной ширине пленки (не менее). Возможна соответствующая доработка стандартных бачков на 300 мл, заключающаяся в увеличении высоты бачка в два раза за счет применения двух обычных обрезанных и состыкованных вместе (17). Это позволяет при вращении спирали перемещать ее в вертикальном положении для полной смены раствора, находящегося между витками. При этом турбулентный раствор полностью разрушает ПС и способствует равномерной и полноценной обработке по всей площади фотослоя (рис. 27, в).

При обработке в проявочных машинах рулонных материалов турбуляцию осуществляют с помощью специальной системы, подающей раствор на поверхность фотослоя под давлением. Без такой системы за счет ударов кромок перфораций киноплен-

Рис. 28. Ориентировочный график зависимости толщины пограничного слоя при машинной обработке кинопленки с общим турбулентным движением раствора (а) и при проявлении фотобумаги в кювете (б)



ки о жидкость образуются потемнения по краям материала (эффект перфораций) и пленка проявляется неполностью. При этом толщина ПС имеет относительную величину, показанную на графике рис. 28, а.

При машинной обработке рулонной фотобумаги (без перфораций) ПС можно разрушать: созданием турбулентного движения всего раствора (механическим перемешиванием, подачей раствора под давлением); струйным направлением жидкости вдоль фотослоя; несколькими резиновыми снимателями-кистями, установленными в растворе по длине фотослоя под углом 45° .

Разрушение ПС резиновой кистью в кюветах для листовых фотоматериалов. Проявление негативных или позитивных фотопленок и бумаг по времени в кюветах в темноте требует обязательной принудительной смены раствора у поверхности фотослоя. Нарушение этого правила и применение покачивания кюветы приводит к неравномерному образованию оптических плотностей на фотослое и недопроявлению. Это условие особенно критично для фототехнических пленок высокой и сверхвысокой контрастности типа «лит». Отклонение от принудительной механики перемешивания допустимо для визуального проявления в кюветах с покачиванием фотобумаг относительно малого формата.

При размерах фотобумаг (особенно цветных) 24×30 см и более необходимо принудительное разрушение ПС резиновой кистью (18). Изменение толщины ПС при циклической работе с ней показано на графике рис. 28, б. Циклическая работа — это смена раствора у поверхности фотослоя с оптимальной частотой движения кисти только в одном направлении. Перемещение в прямом и обратном направлении нарушает постоянный режим

разрушения ПС и приводит к неравномерной обработке по площади фотослоя.

Вертикальная обработка листовых материалов. Необходимость одновременного получения идентичных изображений для партии листового материала, особенно цветных отпечатков одного сюжета в 6—12 и более экземпляров, требует применения обрабатывающего устройства, позволяющего одинаково, равномерно и полностью разрушать ПС по всей площади фотослоя на всех форматных листах одновременно. Такой способности отвечает устройство в виде секционной корзины в баке высотой не менее удвоенной величины стороны помещаемого листа. С перемещением корзины в баке вверх-вниз полностью сменяется раствор, соприкасающийся с фотослоем (19). Бак без крышки предназначен для работы в темноте. Для работы при свете применяемая крышка должна иметь отверстие для ручки корзины, на которую надевают гофрированную резиновую трубку, прикрывающую отверстие в крышке, а на бак — светозащитное устройство. Однако на свету работа в таком устройстве создает неудобства с нарушением временного и механического режима и работу следует проводить в темноте.

ПРИБОРЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ФОТОМАТЕРИАЛОВ

16. Основные положения. Технология обработки черно-белых и цветных фотопленок и бумаг отличается механикой временного процесса проявления, заключающейся в непрерывности разрушения ПС для черно-белых и в некоторых случаях прерывистости проявления для цветных фотослоев (143). В остальном оборудование, приборы и рабочее место одинаковы. Особенность катушечного (рулонного) и листового (форматного) светочувствительного материала определяет характер и механику проведения процесса обработки, особенно проявления. Большое количество рулонных материалов обрабатывается машинами, в том числе скрепленные между собой катушечные фотопленки. В индивидуальных условиях для листовых материалов применяют кюветы и специальные баки. Для катушечных фотопленок применяют обычно круглые фотобачки для обработки единичных фотопленок с вращением спирали вокруг своей оси. Фотобачки на 300 мл заводского изготовления для фотопленок Рольфильм 60 мм для проявления не рекомендуются, поскольку в них не обеспечивается равномерная обработка по всей площади фотослоя и, следовательно, полное проявление. Для этих пленок необходимы другие фотобачки (17).

В индивидуальных условиях большое количество фотопленок можно обрабатывать в бачках и баках специальной конструкции, обеспечивающей полноценное разрушение ПС при работе в темноте и на свету. При обработке единичных листовых материалов механика проведения процессов относительно проста. Для большого количества листов требуется специальное устройство, способное их вмещать, производить закладку и выемку и разрушать ПС. Особенно критична конструкция такого устройства для цветных листовых материалов, у которых большие неудобства создают форматы размером более 30 X 40 см, так как необходимо быстро покрыть раствором фотослой при погружении и быстро его вынуть для помещения в стоп-раствор после проявления.

Оборудование индивидуального рабочего места должно быть оснащено обязательным минимальным количеством приспособлений, посуды и приборов и должно предусматривать: работу в темноте, включение и выключение ламп белого света и лабораторного фонаря, удобное расположение фотобачков, кювет и место лабораторной посуды, часов и термометра, а также размещение сосудов с растворами (полку впереди работающего). К необходимому минимальному количеству лабораторной посуды относятся: пластмассовые и фарфоровые кружки со сливным носиком, мерный сосуд на 1 л и мензурка на 20—30 мл для отмеривания кислот. Часы (фототаймер) должны иметь светящийся циферблат или неактивную подсветку. Термометр предпочтителен ртутный, так как спиртовой обладает инерционностью и требует длительного времени установки показаний. Сверх указанного минимума количество и ассортимент посуды и приспособлений не ограничивается.

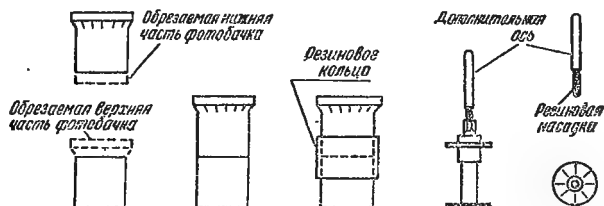


Рис. 29. Элементы составного фотобачка для обработки 60-мм фотопленки Рольфильм

Белый свет необходим для общего освещения. Кроме того, при цветной обработке обязательна дополнительная лампа дневного света типа ЛД или ЛДЦ для просмотра в проходящем свете негативов, позитивов и слайдов и в отраженном свете — цветных отпечатков. Цветность этих ламп соответствует свету светлого пасмурного дня с $T_{\text{дв}} = 6000 \dots 7000 \text{ K}$ [19], при котором возможна наилучшая оценка цветности с контролем обработки. В зависимости от сенсibilизации применяют неактивный свет лабораторного фонаря с соответствующим фильтром [19].

17. Фотобачок для обработки фотопленок Рольфильм 60 мм. Основным условием обработки этих пленок, заправленных в спираль, является перемещение спирали вверх на высоту не менее 120 мм. Для этого можно применять модернизированный бачок, состоящий из двух корпусов стандартных бачков на 300 мл (рис. 29). У одного бачка отрезается верхняя часть, у второго — дно. Ровно обрезанными кромками бачки составляют друг с другом и плотно скрепляются широким резиновым кольцом (например, вырезанным из мотоциклетного колесного баллона). Прорези в щечках спирали расширяют до 2 мм. В центр оси выступа спирали вставляют дополнительную эбонитовую ручку-ось с резиновой трубкой-насадкой для плотного соединения. Бачок в сборе предназначен для обработки (проявления) в темноте. Для работы при свете на дополнительную ось должна быть надета гофрированная резиновая трубочка, закрывающая верхнее отверстие бачка, с креплением к оси и крышке бачка. Однако этот вариант для работы на свету создает большие неудобства с нарушением временного режима обработки.

В процессе обработки фотопленки Рольфильм 60 мм в увеличенном по высоте баке спираль перемещают вверх-вниз с одновременным поворотом вокруг оси на один или пол-оборота. Такой способ обработки возможен с применением любого вида сосуда диаметром, соответствующим диаметру спирали и высоте 180—200 мм.

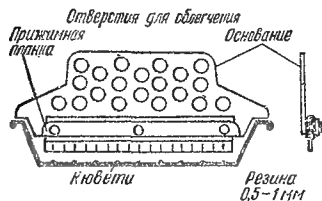


Рис. 30. Схема конструкции резиновой кисти для обработки листовых фотоматериалов в кюветах

18. Кисть для обработки листовых материалов. В конструкции кисти должна предусматриваться деталь, недопускающая жесткое соприкосновение лепестков кисти с поверхностью фотослоя в кювете. Форма и размеры кисти относительно габарита и конфигурации кюветы показаны на рис. 30. Материалом служит любая пластмасса (предпочтителен винипласт) и листовая резина толщиной 0,5—1 мм (может быть ленточный спортивный экспандер).

19. Корзина для обработки листовых материалов в баке (рис. 31). Представляет собой секционный каркас, составленный из скрепленных между собой решеток, образующих ячейки для помещения 2—12 листов плоских пленок или бумаг, уложенных на длинную сторону формата. Ширина ячейки для форматов до 18 $\frac{1}{2}$ X 24 см составляет 8—10 мм больших форматов — 15 —

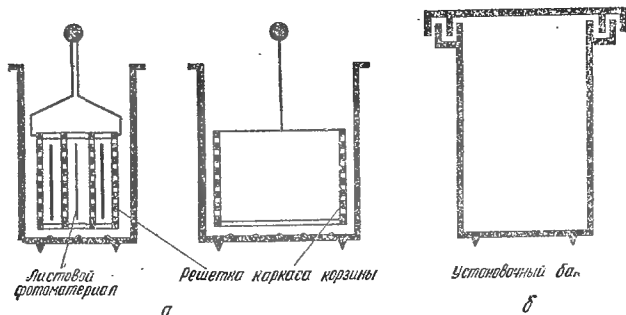


Рис. 31. Схема конструкции корзины для вертикальной обработки листовых фотоматериалов в баке:

а — две проекции бака и корзины в разрезе; б — контур первого (установочного) бака для закладки корзины с листовым фотоматериалом

25 мм. Корзина должна быть одна и при обработке помещаться в рабочие баки высотой, равной не менее удвоенной величине короткой стороны форматного листа. Количество рабочих баков (бачков) должно соответствовать числу обрабатывающих операций плюс один (первый, сухой) установочный бак для помещения перед обработкой корзины с заправленными листами. Высота первого бака должна соответствовать полной высоте корзины с ручкой и иметь световой замок, защелки для крышки и ручки для переноса. На рабочем месте с началом обработки в темноте крышку с установочного бака снимают и корзину с заправ-

лненным материалом переносят в первый рабочий бак с раствором.

Все решетки каркаса должны иметь отверстия с одинаковой координацией их распределения по плоскости. Граии этих отверстий эффективно перемешивают раствор и полностью разрушают ПС в процессе перемещения корзины вверх-вниз. Каркас со стороны боковых кромок листов материала имеет боковые сплошные стенки. Со стороны фотослоя и подложки стенками служат сами решетки каркаса. Снизу каркаса дна нет, а устанавливаются перемычки-растяжки для упора нижних кромок листов и устранения их выпадания из корзины. Сверху крепится съемная ограничительная рамка с длинной ручкой, обеспечивающей удобство быстрого переноса из бака в бак и вертикального перемещения в растворе. Поскольку нижняя (дно) и верхняя сторона у скрепленных решеток отсутствует, то при перемещении вверх-вниз раствор свободно проходит сквозь корзину, одинаково обмывая фотослой заложенных листов фотоматериала.

Корзины и баки, отличные от указанной конструкции, для обработки неприемлемы: баки круглой формы с вращением корзины вокруг своей оси не обеспечивают равномерности обработки по всей площади листа и не дают одинаковых результатов для всего набора установленных листов. Лучшим материалом для изготовления корзины является листовой винилпласт толщиной, зависящей от величины всего прибора. Для решеток рекомендуется толщина 2—5 мм, для корпусов бачков и баков— 6—10 мм. Для изготовления корзины допускается применение листового гетинакса и кислотоупорный клей.

Механические процессы в технологии вертикальной обработки в бачках и баках отличаются для малых, средних и больших форматов листового материала. Основными особенностями этих отличий являются обеспечение доступа раствора к фотослою, деформация большого листа в ячейке и количество обрабатываемого материала. Одним из достоинств бачковой обработки является относительно малая площадь соприкосновения раствора с воздухом, т. е. более длительная сохранность раствора от окисления кислородом воздуха. Для сохранения проявителя в баке при отсутствии в нем корзины с материалом на поверхность жидкости накладывается легкий поплавок из легкого инертного материала размером по внутреннему периметру бака,

Корзина для малых форматов (9 × 12, 13 × 18 и 18 × 24 см) допускает закладку в ячейки до 12 листов без опасности их деформации и нарушения механики обработки. Небольшая масса и относительно малый объем обеспечивают оперативность обработки. В качестве рабочих баков можно применять пластмассовые ведра емкостью 10 л.

Корзина для средних форматов (24 × 30 и 30 × 40 см) при планируемой конструкции, допускающей закладку до 12 листов, громоздка и требует значительных усилий и сноровки для механического проведения процессов. Поэтому, особенно при формате 30 × 40 см, следует ограничивать вместимость корзины до 6 листов фотоматериала. Ширина ячейки для устранения значительного горизонтального изгиба вставленного листа не должна превышать 25 мм. При обработке с перемещением корзины вверх-вниз следят за прилеганием фотослоя к решетке и предотвращают его дополнительным небольшим боковым смещением корзины в сторону с движением раствора на фотослой. Бак при этом должен иметь запас по ширине,

Корзина для больших форматов (50 × 60 см) при большом числе обрабатываемых листов может нарушить правильный механический режим обработки, поэтому оптимальное количество листов — три при ширине ячейки 15—25 мм. Ширина корзины при этом примерно 100 мм. Лист форматом 50 × 60 см склонен к горизонтальным изгибам и прилипанию фотослоя к решетке каркаса в ячейке корзины. Для их устранения корзину предпочтительно выполнять сегментной формы, позволяющей своим выгибом устранять этот недостаток. С прямыми ячейками горизонтальный изгиб можно устранить специальными вкладышами из пластмассы с полированными буграми, выпрямляющими деформированный лист.

Для хранения рабочих бачков и баков их следует выполнять несколько конусообразной формы и закладывать один в другой.

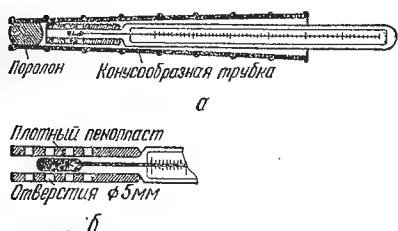


Рис. 32. Схема конструкции гнезда термометра (а) и насадки из пенопласта для предохранения накопечника (б)

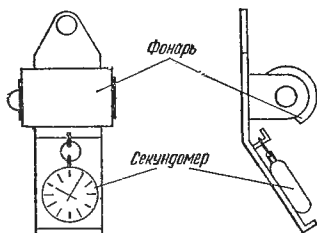


Рис. 33. Схема расположения секундомера с неактивной подсветкой от лабораторного фонаря

20. Термометр (рис. 32). На рабочем месте, желательно по правую руку работающего, под углом 25—35° должно быть установлено пластмассовое длинное гнездо с мягкой (поролоновой) подушкой для устранения случайных ударов о его дно. Чтобы не разбить термометр о бачок или другой сосуд при измерении температуры, на его наконечник следует надеть пенопластовую насадку с отверстиями для доступа жидкости. Перед укладкой термометра в гнездо наконечник термометра с насадкой обмывают в потоке чистой воды. В случае повреждения ртутного термометра необходимо немедленно удалить разбрызганную ртуть следующими способами: адсорбцией с йодным углем, амальгированием на цинковой или медной стружке, сбором ртути в сосуд подходящим приспособлением (пипеткой, резиновой грушей). Ртуть испаряется при комнатной температуре и ее пары очень ядовиты.

21. Часы (секундомер) с неактивной подсветкой. Фотографические часы (фототаймер) заводского изготовления, имеющие светящийся циферблат со шкалой на 50 мин, удобны для всех видов работ. Однако быстроработающие проявители, особенно при цветной циклично-временной обработке, требуют посекундного контроля процесса, для которого должен применяться обычный секундомер. Секундомер освещают светом за соответствующим светофильтром (обычно № 170). С этой целью собирается подвесное устройство (рис. 33).

22. Посуда для содержания и хранения растворов на рабочем месте. Относительную сохранность свойств обрабатываемых растворов обеспечивают соблюдением герметичности храня-

щих сосудов и отсутствием в них воздуха. Практически в большинстве случаев для хранения подходят банки от фотохимикатов с широкой горловиной и нарезными крышками. В крышки вкладываются резиновые прокладки толщиной 1,5—2 мм. Мягкая резина и ровная плоскость края стеклянной банки при закручивании крышки создает требуемую герметичность. При самостоятельном составлении растворов их объем рассчитывают на 10—15 % больше общего объема подготовленных банок и раствор заливают в них с небольшим переливом. Затем банки влито закручивают крышками и обмывают сверху холодной водой. Хранение фотографических растворов в хозяйственно-бытовой посуде неприемлемо, так как полиэтиленовые крышки банок без резьбы не обеспечивают повторяемость герметизации, а узкие горлышки обычных бутылок создают большие неудобства в работе.

Большое внимание уделяют хранению кислот. Уксусная кислота на рабочем месте при малом расходе должна находиться в полиэтиленовой посуде емкостью 0,2—0,5 л. Большие объемы кислот должны быть разлиты в стеклянные емкости и вставлены в полиэтиленовые предохранительные стаканы, исключающие случайные удары стекла о близлежащие предметы. В качестве предохранительных стаканов подходят обрезанные сверху круглые пластмассовые (полиэтиленовые) банки от бытовой химии.

23. Промывочное устройство для фотопленок и бумаг. Задача промывки — обеспечить за относительно короткое время равномерное удаление со всей площади фотослоя обрабатывающего раствора и продуктов реакции, диффундирующих из желатины в воду. Способы промывки: проточный, струйный, душевой, каскадный и конвекционно-диффузный. Каждый из них характерен специфическими приспособлениями и приборами. Если равномерность промывки по всей площади фотослоя не обеспечивается, ее длительность увеличивается. За качеством промывки необходим контроль (134).

Промывочная вода обычно подается из городской водопроводной сети (питьевая вода, 186). При сильном напоре в ней могут находиться мельчайшие пузырьки воздуха, придающие воде молочный цвет. В этом случае вода должна отстояться в отдельном сосуде и промывку следует вести ручным конвекционно-диффузным способом.

Проточная промывка заключается в свободной подаче в бак или кювету воды из лежащей в них трубки или водопроводного крана при падении (рис. 34, а). Это самый простой и нетрудоемкий способ.

Струйная промывка характерна принудительной подачей воды из устройства, позволяющего направлять воду на плоскость фотоматериала по всей ширине одной из его сторон (рис. 34, б). Протекая вдоль поверхности фотослоя, вода быстро удаляет диффундирующие из него вещества за пределы кюветы. Применяется при машинной обработке рулонных фотоматериалов и плоских единичных форматных листов в кювете. Отличается сложностью оборудования.

Душевая промывка — наиболее эффективный и скоростной способ промывки. Струйки воды, падающие на элементы поверхности материала, интенсивно сменяют воду в точке ее падения, увеличивая скорость диффузии вещества из фотослоя (рис. 34, в). Применяется при машинной обработке рулонных фотоматериалов.

териалов и плоских единичных листов в кювете. При ручной промывке катушечных фотопленок в бачке желательно небольшое вращение спирали. Способ промывки быстрый, но трудоемкий при сложном оборудовании.

Каскадная промывка фотопленок (рис. 34, *г*) и фотобумаг (рис. 34, *д*) эффективна для относительно большого количества фотоматериала. Достоинством является одновременная промывка материала поштучно, недостатком — громоздкость, требующая значительной площади рабочего места.

Конвекционно-диффузная промывка отличается от других способов ручной сменой воды в бачке-или кювете и применяется

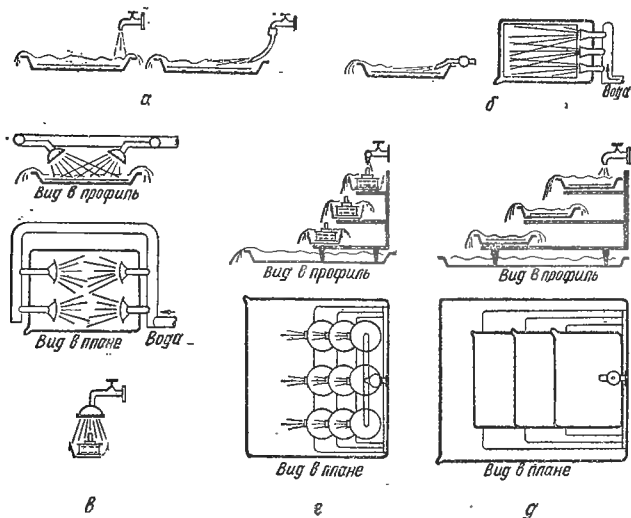


Рис. 34. Схемы промывки фотоматериалов по способу: проточному (*а*), струйному (*б* — разрез в профиль и вид в плане), душевому (*в* — разрез в профиль и вид в плане), каскадному (*г*, *д*)

при отсутствии водопроводной воды или по другой причине. При подвижном материале длительность такой обработки на 10—15 % больше установленной для данного типа материала (следует непрерывно вращать спираль с пленкой и перемещать листовой материал в кювете). При неподвижном материале длительность промывки увеличивается в 5—10 раз в зависимости от условий. Воду при этом способе промывки следует менять каждую минуту. Способ громоздок для большого количества материала, требует уделять ему много времени и внимания.

24. Лабораторный фонарь и его расположение на рабочем месте. Обращаясь с фотоматериалами в темноте при неактивном освещении, необходимо сохранять повышенную светочувствительность зрения при темновой адаптации [19]. Основное требование к расположению фонаря — устранение попадания прямого неактивного света в глаза работающего. Для этого корпус фонаря устанавливают над фотобачком, кюветой или другим участком рабочего места с обязательным направлением

прямого света по нормали вниз. При расположении фонаря над кюветой следует также исключать попадание в глаза света, отраженного от поверхности раствора. Расстояние от фонаря до фотослоя не должно быть менее полуметра.

На фонарях заводского изготовления укрепляют один или два экрана с площадью, несколько превышающей прилегающую к ним площадь фонаря (рис. 35, а, б). При конструировании индивидуальных фонарей следует световую камеру с лампой и фильтром углублять относительно краев корпуса на 30—40 мм (рис. 35, в).

При освещении рабочего места отраженным светом необходимо направлять прямой свет фонаря не на переднюю стену помещения впереди работающего, как это бывает в большинстве случаев на рабочем месте, а на боковую или на специальный заграждающий экран [19]. Однако такой вариант освещения

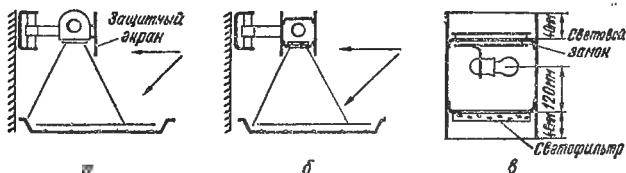


Рис. 35. Схемы установки лабораторного фонаря на рабочем месте: заводского фонаря с экраном — вид в профиль (а), индивидуального со светоограничительным щитком — вид в профиль (б) и с поворотом вокруг оси кронштейна для оперативности в работе — вид в плане (в)

непрактичен, так как слева или справа должна быть свободная площадь для размещения вспомогательного оборудования, приборов и приспособлений, всегда участвующих в обработке.

На рабочем месте и в помещении лаборатории прямого неактивного света, светящего в глаза, быть не должно! Сохранение усредненной темновой адаптации зрения позволяет эффективно проводить зрительный контроль за процессом обработки.

Основные требования к фонарю: большой объем корпуса для исключения нагрева и порчи светофильтра; правильное расположение воздухоотводных световых замков; отсутствие отверстий и щелей, пропускающих свет лампы; наличие заграждающего экрана для предохранения зрения от прямого неактивного света; установка на корпусе фонаря выключателя лампы; расположение фонаря над рабочими объемами растворов при надлежащем креплении.

Критерием работоспособности фонаря являются габарит фонаря и мощность лампы с вытекающей из нее возможностью порчи светофильтра и засветки фотослоя. Длительная работа лампы с фильтром приводит к тепловому разрушению (выгоранию) его красителя, изменению (высветлению) спектральной характеристики и появлению активного света, засвечивающего обрабатываемый фотослой. Поскольку на практике преимущественно пользуются малогабаритными фонарями, то с применением относительно мощных ламп значительно сокращается срок службы светофильтра вследствие недопустимого перегрева.

Для обеспечения оптимальной долговечности и безопасности красителя желатинового слоя светофильтра расстояние между стеклянным баллоном лампы и светофильтром должно быть не менее 120 мм при мощности лампы не более 25 Вт. При мощности лампы 40 Вт это расстояние должно быть удвоено. При мощности 15 Вт срок службы светофильтра значительно увеличивается при любой конструкции имеющегося фонаря. Лампы мощностью 40 Вт и более в лабораторных фонарях заводского изготовления для фотолюбителей устанавливать нельзя!

25. Спектральная характеристика лампы лабораторного фонаря. Основное требование к лампе — минимальное количество в ее спектре синих лучей, поскольку, независимо от вида фотоматериала, естественная светочувствительность галогенного серебра относится к синей области спектра и захватывает УФ область излучений.

Этому требованию удовлетворяет обычная осветительная лампа накаливания, имеющая, в зависимости от мощности, $T_{\text{цв}} = 2500...2800 \text{ K}$ [19]. В лабораторных фонарях устанавливают лампу мощностью 25 Вт, достаточную для освещения рабочего места. При необходимости применять лампы большей мощности корпус фонаря должен удовлетворять требованиям, указанным в (24). При мощности 25 Вт и $T_{\text{цв}} = 2490 \text{ K}$ проверяют неактиничность света лабораторного фонаря за любыми светофильтрами с определением его паспортного срока службы.

Отечественной промышленностью для фотолабораторий выпускают специальные лампы неактиничного (красно-оранжевого) света ФС 127-25 и ФС 220-25, применяемые без светофильтров для обработки черно-белых фотобумаг и других материалов аналогичной спектральной чувствительности [19].

По данным фирмы ОРВО для обработки цветных фотоматериалов повышенной светочувствительности в лабораторных фонарях устанавливают лампы, излучающие (без примеси белого) красно-оранжевый свет — неоновые, желтый — натриевые [19]. Там же приводятся данные по неактиничности фонарей различных конструкций и допустимое расстояние до обрабатываемого фотоматериала. При установке ламп с цветовой температурой выше 2800 К неактиничность освещения проверяют посредством спектральных кривых света лампы, светофильтра и фотоматериала на рабочем месте в рабочем режиме обработки. Нельзя применять в фонарях люминесцентные лампы (особенно типа ЛД, ЛДЦ), так как в их свете присутствует много зеленых и синих лучей, а также ультрафиолетовых лучей, возбуждающих люминофор лампы.

26. Светофильтры лабораторных фонарей, в зависимости от спектральной чувствительности фотоматериала, могут иметь односторонние и двусторонние кривые [19]. Основная задача односторонних фильтров — отсекают актиничную область спектра, двусторонних — уменьшать актиничный свет до уровня, недостаточного для засветки фотослоя, но дающего возможность ориентироваться в темноте при обращении с фотоматериалами и проведении режима обработки.

Односторонние кривые присущи светофильтрам желтого, оранжевого и красного цвета различной светлоты, двусторонние — зеленым фильтрам различной плотности. Способность светофильтров к пропусканию неактиничного света для опре-

Деленного фотоматериала показывают их спектральные кривые [19]. Сведения о лабораторных защитных светофильтрах приведены в книге. Для черно-белых несенсибилизированных фотобумаг неактиничным может быть свет, получаемый за цветным оптическим стеклом: оранжевым ОС12 (съемочный фильтр О-2,8⁺), ОС13 и ОС14; красным всех типов (в том числе съемочным К-5,6⁺).

Условия световой неактиничности для фотоматериалов и примеры согласования спектральных кривых. При установке неактиничного освещения следует руководствоваться актиничным соответствием спектральной кривой света лампы с кривыми светофильтра и обрабатываемого фотоматериала, пользуясь обычной методикой согласования кривых [19]. При этом кривая светофильтра может быть выражена коэффициентом пропускания τ и плотностью D . Перевод величин D в τ см. в работе [19].

Определение неактиничности заключается в нахождении участка спектра, в котором свет не воздействует на фотослой или интенсивность его настолько мала, что исключает засветку. На несенсибилизированный фотослой действуют лучи синей зоны спектра и часть зеленой (левая область спектральной кривой) и не действуют лучи второй части зеленой зоны и все красные, дающие в смеси с зелеными оранжевый свет (правая область спектра). Для несенсибилизированных материалов применяют светофильтры оранжевые и красные, имеющие одностороннюю кривую, отсекающую актиничный свет.

На рис. 36 соотношением кривых показано воздействие на черно-белый несенсибилизированный фотоматериал света лампы фонаря с $T_{\text{цв}} = 2800$ К через оранжевый светофильтр О-2,8⁺ из цветного оптического стекла ОС12 [19]. Из рисунка видно, что неактиничным для этого фотоматериала является оранжевый свет и, тем более, ^ккрасный.

Для фотослоя *орто*, сенсibilизированного до 590 нм, неактиничным будет красный свет за оптическим стеклом КС11 (съемочный фильтр К-5,6⁺), пропускающим лучи от 600 нм и более. Для фотоматериалов *изоорто* и *изохром* — стекла КС14, КС15, КС17, КС18 и КС19.

Для фотослоя *панхром* (фотопленки типа «Фото»), практически сенсibilизированного ко всему белому свету, но с провалом кривой в середине зеленой зоны спектра на длине волны 520—530 нм, допустим темно-зеленый плотный светофильтр № 103 или 108 [19]. На этой волне оптическая плотность светофильтра $D = 1,7$ ослабляет излучение примерно в 80 раз (рис. 37). При лампе мощностью 25 Вт с $T_{\text{цв}} = 2800$ К ослабление еще увеличивается в два раза за счет уменьшения вдвое интенсивности зеленых лучей в ее спектре. Светочувствительность *панхрома* к зеленым лучам относительно синих меньше примерно в 2,2 раза. Таким образом общее ослабление зеленых лучей лабораторного фонаря на волне 530 нм, доходящих до фотослоя, примерно в $80 \times 2 \times 2,5 = 400$ раз. Для других зеленых лучей ослабление еще больше. Этот очень слабый зеленый свет неактиничен для панхрома при расстоянии от фильтра до материала не менее 0,5 м. На рис. 37 показана схема согласования фильтра № 103 с панхроматическим фотослоем при лампе фонаря мощностью 25 Вт.

Изопанхроматический фотослой имеет повышенную светочувствительность к зеленым лучам и при большой общей свето-

чувствительности для него неактиничности света практически нет. Обработку и обращение с ним проводят в темноте. Однако, устанавливая в фонаре лампу мощностью 15 Вт, можно, не направляя прямой свет на фотоматериал, применять светофильтр № 170.

Для цветных фотоматериалов применяются двусторонние селективные зеленые или коричневые светофильтры большой плотности. Для этих материалов неактиничность света определяется в основном двумя путями: значительным снижением интенсивности актиничных оранжевых лучей и выбором зеленых светофильтров, пропускающих лучи, длина волны которых соответствует провалу между зональными кривыми светочувствительности цветного фотоматериала. При цветной обработке наи-

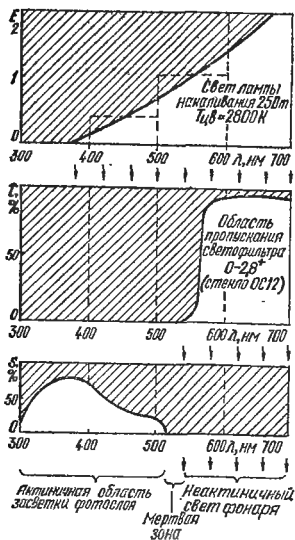
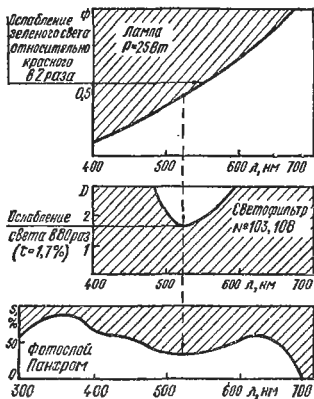


Рис. 36. Графический пример образования неактиничного света для несенсибилизированных фотоматериалов (черно-белых фотографических бумаг)

Рис. 37. Графический пример согласования светофильтра с минимальной светочувствительностью панхроматического фотоматериала



лучшими защитными светофильтрами для получения неактиничного света являются фильтр № 170 — для негативных и № 166 — для позитивных фотоматериалов [19]. Кроме того, в кинофото-производстве применяют защитные фильтры для работы со специальными материалами [19].

На рис. 38, а показана схема согласования кривой фильтра № 170 с кривой цветного негативного материала. Его максимум пропускания соответствует длине волны 535 ± 2 нм, которая находится в первом провале между синей и зеленой зоной светочувствительности. На этой волне плотность фильтра $D = 4,2$ ослабляет свет примерно в 15 000 раз. С учетом света лампы общее снижение интенсивности проходящего света составляет $15\,000 \times 1,5 = 23\,000$ раз. Зеленый свет с таким ослаблением практически не засвечивает фотоматериал.

На рис. 38, б показана схема согласования кривых фильтра № 166 и цветной фотобумаги. Максимум пропускания фильтра — на волне 585 ± 2 нм. Его плотность $D = 3$ ослабляет оранжевый свет в 1000 раз (коричневый фильтр). С учетом света лампы актиничные лучи ослаблены в $1000 \times 1,5 = 1500$ раз, что достаточно для цветной фотобумаги относительно малой чувствительности. Для определения неактиничного освещения дана таблица числовых спектральных величин лабораторных светофильтров [19].

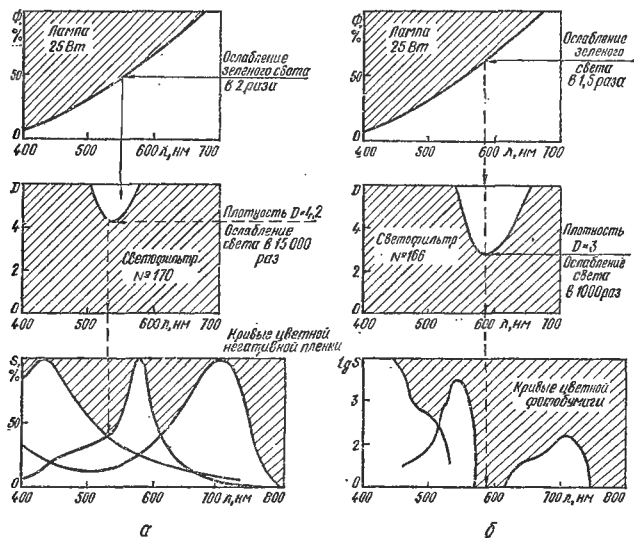


Рис. 38. Схемы согласования (— — —) спектральных кривых лампы и фильтра для получения неактиничного света для цветного негативного материала (а) и цветных бумаг (б)

РАБОЧЕЕ МЕСТО И МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ

27. Общие данные. Под рабочим местом подразумевается комплект различных приборов, непосредственно участвующих в обработке: фотобачки, спирали, кюветы, кисти, часы (секундомер), термометр и фонарь с соответствующим неактиничным светом (16—26). Остальное оснащение является второстепенным, не влияющим на оптический результат обработки и не относится к рабочему месту.

В зависимости от вида фотоматериала: негативного, позитивного, обрабатываемого, черно-белого или цветного процессы обработки различны и отличаются количеством операций с соответствующим комплектом обрабатывающих приборов. Определяющим процессом является проявление и его длительность, имеющие характерные отличительные особенности, относящиеся к механике его проведения в темноте или на свету. Необходимость работы в темноте определяется одним из двух условий: первое. —

наличие только открытых сосудов, второе — малое время проявления (это время относится к периоду от полного погружения материала в проявитель, проявления и до момента полного погружения материала в стоп-раствор или кислый фиксаж).

Время переноса фотоматериала из проявителя в стоп-раствор требует к себе особого внимания. При открытых фотобачках с проявлением в темноте перенос производят относительно быстро: для катушечной фотопленки, заряженной в спираль — 2—3 с. При закрытом фотобачке и работе на свету для прекращения проявления необходимо вначале вылить проявитель из фотобачки и залить в него следующий раствор. Эта операция практически длится от полминуты до одной, за время которой проявление продолжается с нежелательным нарастанием гаммы проявления [19]. При быстром проявлении это явление недопустимо, при длительном — нежелательно. Поэтому для получения статистически одинаковых результатов необходимо всегда проявлять в темноте с допущением проведения остальных процессов на свету. От этого зависит вид и количество приборов обработки.

Рабочее место обработки должно иметь необходимое количество сосудов для основного процесса — проявления, присущее данному типу фотоматериала с обработкой по схеме, называемой: *модулем проявления*. Его необходимой принадлежностью является *установочный фотобачок* (бак) с крышкой или светонепроницаемый конверт для помещения экспонированного материала (фотопленки, вынутой из фотокамеры после съемки, или фотобумаги после экспонирования на фотоувеличителе). Модулем рабочего места обработки черно-белых пленок и бумаг является комплект из *трех сосудов проявления*: установочного фотобачка (бака, конверта), бачков для проявителя и стоп-раствора, завершающего процесс проявления. Модулем рабочего места цветной обработки может быть комплект из *нескольких сосудов проявления* при завершении проявления стоп-ванной, фиксированием или отбеливанием.

Для каждого вида фотоматериала модуль един и неизменен при проявлении в темноте. Для проявления катушечной фотопленки на свету модулем проявления является один установочный фотобачок с переливанием растворов при закрытой крышке. Остальные процессы, проводимые в нем, завершают обработку также на свету, но с открытой крышкой: фиксирование, отбеливание, промывка, сушка. В *стандартных, контрастных и быстродействующих проявителях* обработка в одном закрытом фотобачке со сменой растворов переливанием на свету недопустима вследствие короткого времени проявления. Проявление в этих проявителях должно вестись в темноте, исключаяющей грубые ошибки. В выравнивающих долгорботающих проявителях с проявлением в течение 15—45 мин и более обработка в одном закрытом фотобачке на свету допустима. При таком времени прибавление еще одной или полминуты для слива и залива стоп-раствора или фиксажа практически мало сказывается на результатах, поскольку такие проявители не энергичны и быстро истощаются в объеме фотослоя при извлечении его из раствора. Ошибка при этом может не учитываться.

Требования к обработке различных фотоматериалов определяют соответствующие схемы рабочих мест, рассчитанные на обработку единичного фотоматериала в фотобачке, кювете или комплекта из нескольких штук в одной корзине для работы одной

рукой (вращение спирали, перемещение корзины вверх-вниз). Для работы обеими руками с двумя спиралями или корзинами объем оборудования и растворов удваивается.

Методика проведения обработки. Перед обработкой собирают соответствующее место работы по одной из общих схем: для короткого проявления фотопленок в темноте и на свету — по схеме рис. 39, а, б; для проявления листовых материалов в кювете или баке — по схеме рис. 40, а, б. Экспонированный фотоматериал заряжают в темноте в спираль или корзину, встав-

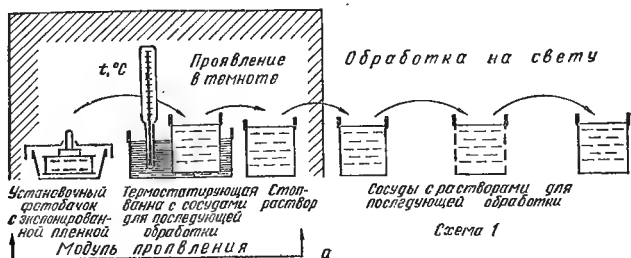


Рис. 39. Общие схемы обработки катушечных фотопленок при работе с одним фотобачком и необходимым количеством сосудов с растворами:

а — в темноте при коротком проявлении; б — на свету при длительном проявлении

ляют в установочный фотобачок или бак и закрывают крышкой, форматный материал, подлежащий обработке в кюветах, вкладывают в светонепроницаемый конверт. Все заправленные фотоматериалом приборы располагают рядом с проявителем. Подготавливают часы или секундомер. Проверяют и доводят до нормы температуру растворов и воды в термостатирующей ванне.

При работе в темноте (рис. 39, а) выключают общий свет, открывают крышку фотобачка, бака или клапан конверта и переносят спираль, корзину или лист фотобумаги в проявитель. С момента погружения запускают часы или секундомер и проводят процесс проявления соответственно виду фотоматериала. С окончанием проявления по установленному времени на часах или за 5—7 с до окончания по секундомеру фотоматериал вынимают из проявителя и переносят в раствор, прерывающий проявление или другой согласно режиму обработки. По истечении указанного

времени фотоматериал переносят в следующую ванну и включают общий свет с дальнейшим проведением обработки.

При работе на свету (рис. 39, б) в заряженный катушечной черно-белой фотопленкой фотобачок с закрытой крышкой заливают проявитель из первой кружки, отмечают время и проводят

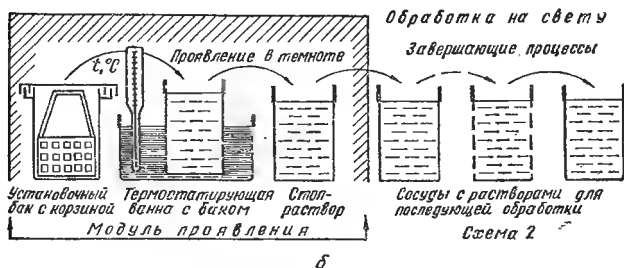
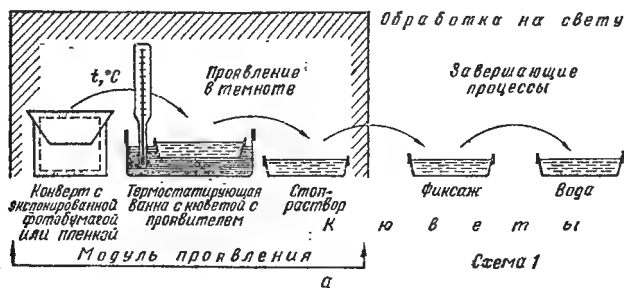


Рис. 40. Общие схемы обработки в темноте листовых форматных материалов: одиночных в кювете (а); в баках (баках) в комплекте (б)

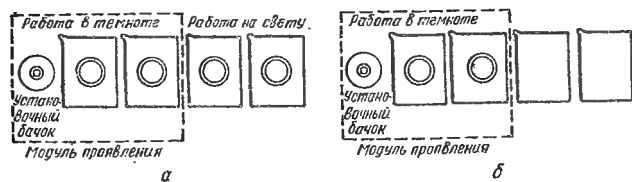


Рис. 41. Схемы вариантов обработки катушечных фотопленок при работе в темноте с четырьмя (а) и двумя (б) сосудами

проявление. По окончании процесса проявитель из бачка сливают в ту же кружку или кювету, заливают стоп-раствор и вращают спираль. По истечении 10—30 с раствор сливают и, заливая последовательно следующие приготовленные растворы, проводят дальнейшую обработку.

Для обработки катушечных фотопленок в стандартных фотобачках заводского исполнения применяют два варианта, отличающихся удобством работы: по схеме рис. 41, а применяют один установочный фотобачок с заряженной пленкой и любые

сосуды соответствующей емкости (лучше корпуса от фотобачков) при работе в темноте; по схеме рис. 41, б — один установочный стандартный фотобачок и любые два сосуда для модуля проявления (например, для проявителя, стоп-раствора и фиксажа) для работы в темноте, остальные операции проводят на свету в освободившемся корпусе установочного фотобачка.

Условием обработки листовых материалов в кюветах является обязательное применение индивидуальной кисти для каждой кюветы.

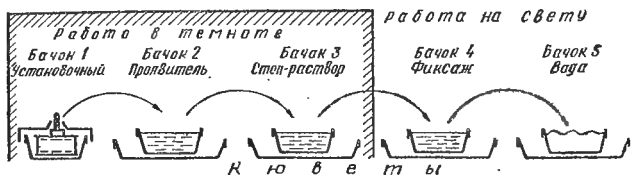


Рис. 42. Общая схема рабочего места для проявления в темноте 35-мм фотопленки при быстродействующих проявителях

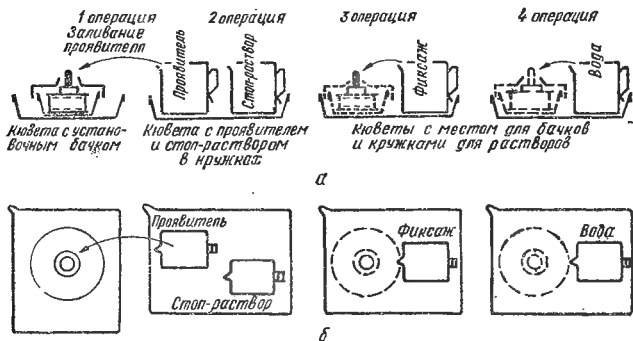


Рис. 43. Общая схема рабочего места при обработке 35-мм фотопленки с одним фотобачком на свету: вертикальный разрез (а), в плане (б)

28. Рабочее место для обработки черно-белых негативных и позитивных катушечных фотопленок («Фото», МЗ, ОЧ, «Микрат») может быть двух видов: для 35-мм фотопленок типа «Фото» (или 16-мм типа «Вега») и 60-мм фотопленок Рольфильм, отличающихся от первых высотой проявочных сосудов (фотобачков). Бачки располагают в кюветах.

Рабочее место для обработки 35-мм фотопленок при работе в темноте (рис. 42). Особенность: обработку проводят по двум вариантам, отличающимся лишь удобством (рис. 41, а, б).

Рабочее место для обработки 35-мм фотопленок при работе на свету с применением одного фотобачка (рис. 43). Особенность: необходимость кювет для расположения кружек с растворами и переносимого закрытого установочного фотобачка с пленкой. Первая кювета предназначена для сохранения

сливаемого проявителя после проявления. Стоп-раствор сливают после обработки во вторую кювету.

Рабочее место для обработки 60-мм фотопленки Рольфилм при работе в темноте (рис. 44). Особенность: применение для проявления сосудов высотой 150—180 мм или модернизированных стандартных фотобачков специально для проявления 60-мм фотопленок (17). Процесс проявления ведут в этом увеличенном по высоте бачке при перемещении спирали с пленкой вверх-вниз на всю ее высоту с небольшим (90—180°) поворотом вокруг своей оси.

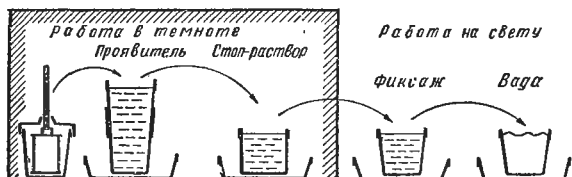


Рис. 44. Общая схема рабочего места для работы в темноте при обработке 60-мм фотопленки Рольфилм

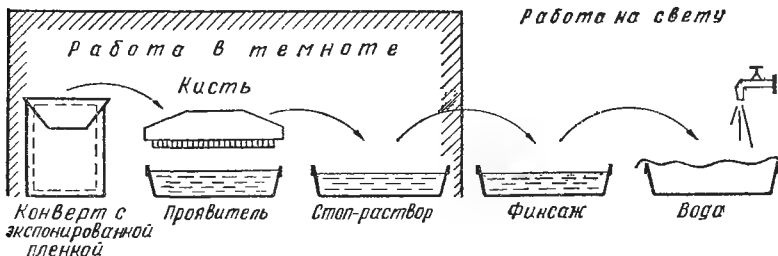


Рис. 45. Общая схема рабочего места для обработки черно-белых фотобумаг

29. Рабочее место обработки черно-белых форматных фотопленок, пластинок и бумаг. Особенность: единичные материалы обрабатывают в горизонтальном положении в кюветах, комплект из нескольких штук — в вертикальном положении в корзине при закладке в бачок или бак по схемам рис. 40, а, б.

Рабочее место с кюветами (рис. 45). Черно-белые фотобумаги форматом до 24×30 см можно обрабатывать в кювете поодиночке или по несколько штук. При проявлении допускается покачивание кюветы или перемещение отпечатков в растворе с места на место. Наблюдение за процессом при неактивном освещении исключает возможные ошибки. Черно-белые фотобумаги форматом 24×30, 30×40 и 50×60 см обрабатывают в кювете по одной. Поскольку покачивание кюветы характерно распылением большой массы раствора, необходимо применение кистей. Относительно длительный период отпечатков из проявителя в стоп-раствор требует умения несколько недопроявлять фотослой, однако крупноформатные бумаги обычно проявляют не по времени, а по насыщению, т. е. до полного проявления фотослоя. Такой способ исключает перепроявление

в местах обработки проявителя во время перенесения отпечатка в стоп-раствор.

Черно-белые форматные негативные пленки и пластинки обрабатывают в кюветах только поодиночно с обязательным применением кисти для любого формата. Покачивание кюветы приводит к неравномерному и неполноценному проявлению, исключающему получение статистически одинаковых результатов.

Рабочее место с баками (рис. 46) для обработки черно-белых фотобумаг не применяется, а собирается для одновременной обработки в темноте комплекта до 12 листов форматных пленок: негативных, позитивных, фототехнических и фотопластинок, требующих идентичности обработки для всех изображений. Для фотоматериала форматом до 13×18 см включительно вместо баков, предназначенных для растворов, можно приме-

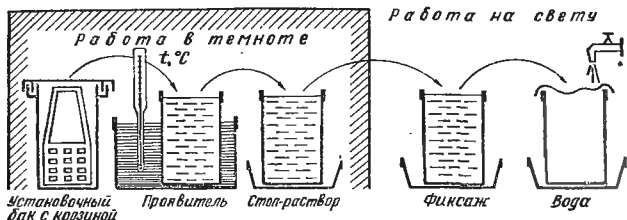


Рис. 46. Общая схема рабочего места для обработки в баках черно-белого листового фотоматериала

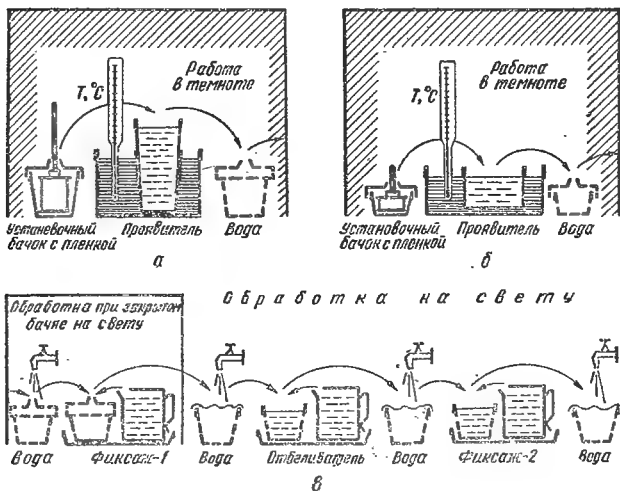
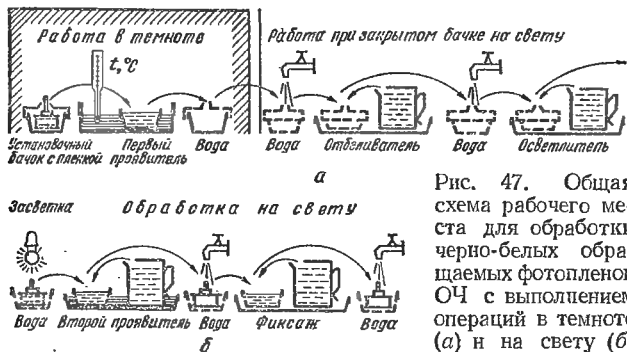
нять бытовые пластмассовые ведра емкостью 10 л. Практически способ вертикальной обработки в баках применяют для форматов до 18×24 см. Большие форматы создают значительную громоздкость рабочего места, неприемлемую для индивидуальных условий.

Способ обработки в баках рекомендуется применять для одиночных форматных пленок и пластинок, поскольку при вертикальном проявлении относительно горизонтального в кювете (с кистью) создаются лучшие условия для разрушения пограничного слоя и получения полноценных результатов. Для зарядки одного экзепонированного листа или пластинки вместо корзины (см. рис. 31) изготовляют рамку с двумя решетками при расстоянии между ними порядка 10—25 мм в зависимости от формата. По размерам рамки изготовляют установочный сосуд-бачок со всеми атрибутами и высотой, равной удвоенной высоте форматного листа.

30. Рабочее место обработки черно-белых обрабатываемых катушечных 35-мм фотопленок типа ОЧ (рис. 47). Особенность: относительно большое число процессов, проводимых в темноте (рис. 47, а). По окончании проявления в темноте спираль с пленкой переносят в фотобачок с водой и закрывают крышкой от установочного бачка. После этого промывку и операции до засветки проводят при закрытом бачке на свету. С началом засветки и далее все операции проводят на свету при открытом бачке (рис. 47, б). Кюветы необходимы для сохранения проливаемых обрабатывающих растворов.

31. Рабочее место обработки цветных негативных катушечных фотопленок (ЦНД ЦНЛ, ДС, НС). Различается рабочее место

без операции допроявления, с допроявлением и со стоп-раствором. Для обработки катушечных фотопленок применяют два фотобачка и сосуды под растворы, для обработки листовых — корзину с баками (19). Проявление проводят в термостатирующей ванне с термометром и секундомером.



Рабочее место обработки без операции допроявления (с промывкой) применяют в основном для катушечных фотопленок ДС-4, НС-19 Маск и НС-21 Маск (рис. 48). Особенность: после проявления спираль с пленкой быстро ополаскивают в воде, переносят в обычный фотобачок с водой, закрывают его крышкой и оканчивают промывку на свету с продолжением дальнейшей обработки по режиму.

Рабочее место обработки с операцией допроявления применяются в основном для пленок ЦНД и ЦНЛ (рис. 49). Особенность: после проявления при той же температуре проводят операцию допроявления, после чего пленку фиксируют и дальнейшую обработку ведут при свете.

Рабочее место обработки со стоп-раствором предназначено для обработки пленки NC-21 Маск и может быть применено для других (рис. 48). После проявления следует обработка в стоп-растворе с последующей промывкой и другими операциями по выбранному процессу.

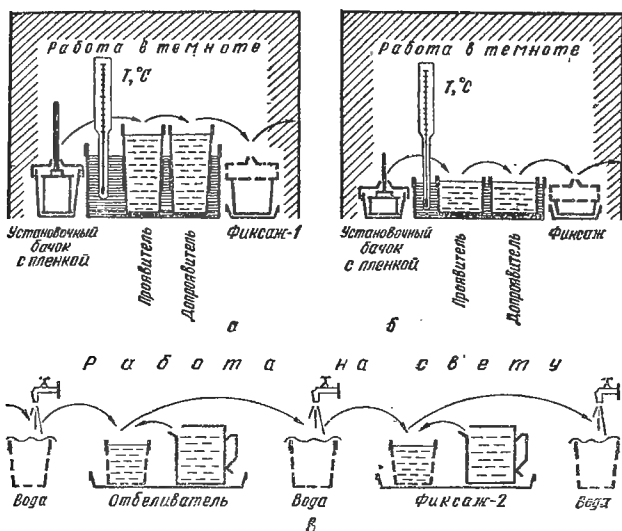


Рис. 49. Общая схема рабочего места для обработки цветных негативных фотопленок с допроявлением (ЦНД, ЦНЛ) при модуле проявления 60-мм фотопленок (а), 35-мм фотопленок (б) и с операциями, проводимыми на свету (в)

32. Рабочее место обработки цветных негативных листовых фотопленок (рис. 50). Различают рабочее место без операции и с операцией допроявления аналогично (31). Для обработки применяют один установочный бак с корзиной для зарядки пленки и баки с растворами. Обработку по модулю проявления до 1-го фиксирования или отбеливания ведут в темноте, остальные операции — при свете. Для больших объемов растворов, как исключение, проявление допускается вести без термостатирующей ванны при условии соразмерности необходимой температуры растворов и окружающей среды, поскольку относительно большой объем растворов в баках сохраняет температуру более длительно, чем продолжительность обработки.

33. Рабочее место обработки цветных обрабатываемых катушечных фотопленок типа ЦО (рис. 51). Особенность: большое число процессов обработки. Для сохранения растворов необходимы кюветы. В темноте с началом проявления спираль с пленкой

переносят в сосуд с проявителем, а затем в обычный фотобачок для короткой промывки (ополаскивания). Промывку лучше проводить в двух сменах дистиллированной воды. Процесс проявления прерывают в стоп-растворе. По истечению времени, ука-

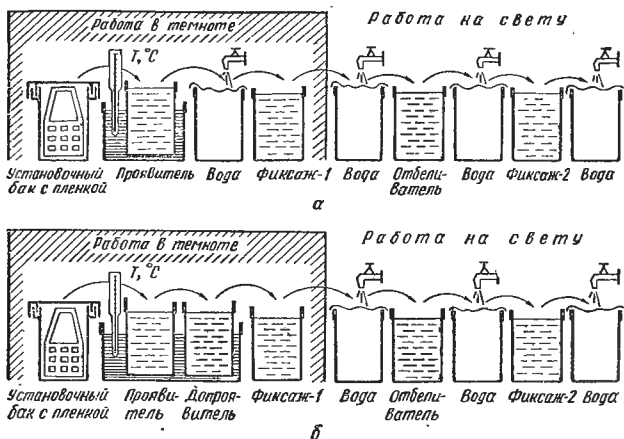


Рис. 50. Общая схема рабочего места для обработки негативных цветных листовых фотопленок без операции допроявления (а) и с допроявлением (б)

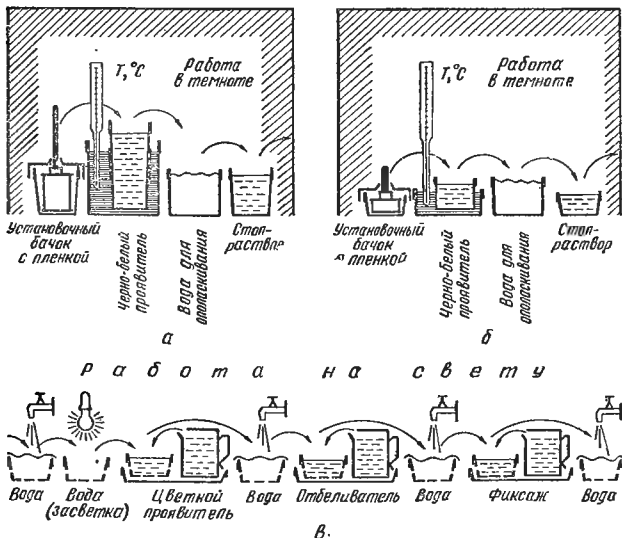


Рис. 51. Общая схема рабочего места обработки цветных обрабатываемых фотопленок ЦО при модуле проявления 60-мм фотопленок (а), 35-мм фотопленок (б) и с операциями, проводимыми на свету (в)

званного в режиме, спираль с пленкой переносит в корпус установочного фотобачка и дальнейшие процессы проводят на свету.

34. Рабочее место обработки цветных позитивных листовых фотопленок и 35-мм кинопленок (рис. 52). Особенность: позитивная 35-мм кинопленка перед проявлением предварительно размачивается в воде. Для обработки кинопленки требуется один установочный фотобачок, три сосуда модуля проявления, три кюветы и кружки с растворами. Для листовой фотопленки — восемь кювет или девять баков, включая установочный.

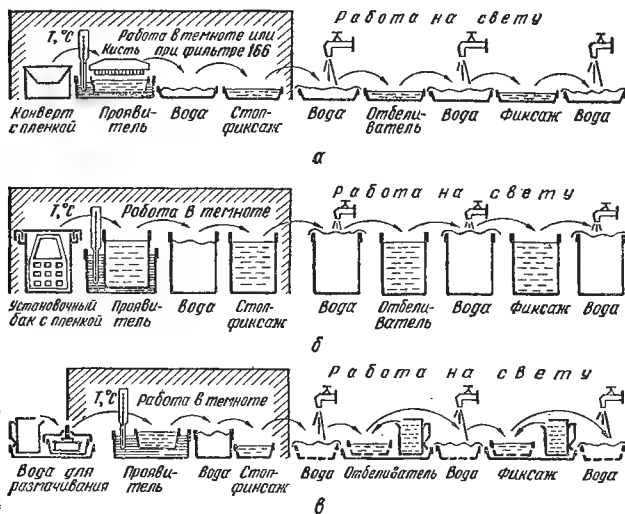


Рис. 52. Общая схема рабочего места для обработки цветной позитивной фотопленки листовой в кювете (а), листовой в баках (б), кинопленки 35-мм в фотобачках (в)

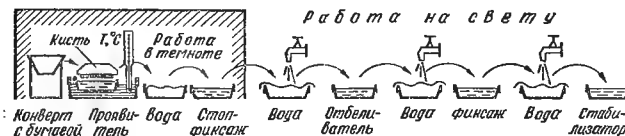


Рис. 53. Общая схема обработки цветных фотобумаг «Фотоцвет-2»

35. Рабочее место обработки цветной фотобумаги «Фотоцвет-2» (рис. 53). Особенность: максимально требуемое количество обрабатывающих приборов. При обработке одиночных листов применяют девять кювет и светонепроницаемый конверт, при обработке комплекта листов — установочный бак и девять баков для растворов.

36. Рабочее место обработки цветных фотобумаг «Фотоцвет-4» и «Фотоцвет-5» (рис. 54). Особенность: применение упрощенного способа обработки с использованием отбеливающе-фиксирующего раствора. При обработке одиночных листов приме-

няют семь кювет и светонепроницаемый конверт, при обработке комплекта листов — семь баков и установочный бак:

37. Рабочее место обработки цветной фотобумаги «Фотоцвет-6» Радуга (рис. 55). Особенность: двухванный модуль проявления. При обработке одиночных листов применяют восемь кювет и светонепроницаемый конверт, при обработке комплекта листов — восемь баков и установочный бак.

38. Рабочее место обработки цветных обрабатываемых фотобумаг (рис. 56). Особенность: при обработке применяют 13 кю-

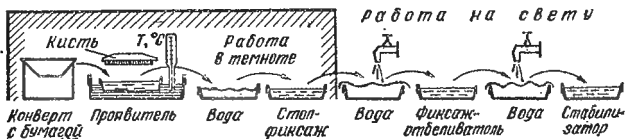


Рис. 54. Общая схема рабочего места для обработки цветных фотобумаг «Фотоцвет-4» и «Фотоцвет-5»

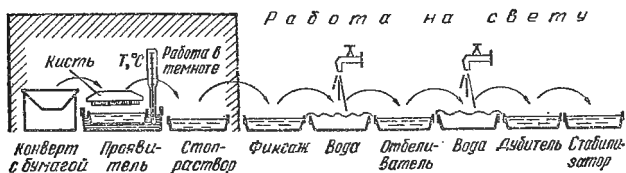


Рис. 55. Общая схема обработки цветной фотобумаги «Фотоцвет-6» Радуга

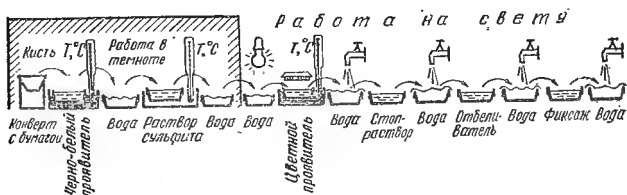


Рис. 56. Общая схема рабочего места для обработки обрабатываемых фотобумаг

вет или баков и установочный бак. Раствор сульфита ($T = 20^\circ\text{C}$) рекомендуется брать большего объема для быстрого уравнивания температуры фотоматериала, переносимого из ополаскивающей ванны ($T = 14...18^\circ\text{C}$).

ГЛАВА 3

Процессы и рецепты черно-белой фотографии

ПРОЯВЛЕНИЕ ФОТОНЕГАТИВОВ

39. Общие сведения. По характеру воспроизведения негативного изображения проявители классифицируют по диаграмме рис. 57. Наиболее обширна область общей (изобразительной)

фотографии, в которой применяются в основном нормальные и выравнивающие проявители. Нормальное проявление в современном представлении — это по нормам установленная ГОСТами обработка для получения стандартных параметров негативно-позитивного фотографического изображения. Согласно оптических характеристик нормальной фотобумаги ее максимальная плотность воспроизводит самый темный участок изображения величиной $D_{\text{макс}} = 1,8...1,85$ при полезной фотографической широте $L_g = 1$. Эта величина определяет интервал плотности негатива $\bar{D}_{\text{нег}} = 1$, за которым фотобумага должна получать интервал экспозиции при печати. По ГОСТу интервал плотности негатива взят с некоторым техникологическим запасом $\Delta D = 0,8$.

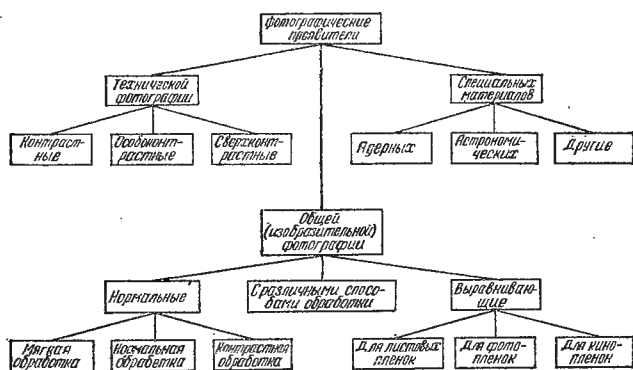


Рис. 57. Диаграмма ориентировочной классификации фотографических проявителей по назначению

Этот интервал образуется проявлением фотослоя, получающего экспозицию в интервале яркости объекта $\Delta \lg H = 1,3$ [19]. Из этих двух величин вытекает гамма проявления, точнее — средний полезный градиент $\bar{g} = 0,8 : 1,3 = 0,62$, определяемый временем обработки в стандартном проявителе. При $\bar{g} = 0,62$ гамма $\gamma_{\text{рек}} = 0,65$. Отсюда нормальность негативного проявителя — это способность проявлять заданный фотослой до $\gamma_{\text{рек}}$ и значения ΔD , соответствующего L_g нормального позитивного материала. В случае неполучения по каким-либо причинам $\Delta D_{\text{нег}} = 0,8...1$ применяют фотобумагу с градацией, отличной от нормальной: мягкую, полумягкую, контрастную, особоконтрастную.

В качестве нормального принимается такой проявитель, в котором фотопленки типа «Фото» для достижения $\gamma_{\text{рек}} = 0,6...0,7$ проявляют в течение 6—12 мин, а соответствующие им позитивные материалы 2—6 мин с достижением $\gamma_{\text{рек}} = 2...3$. Превышение или занижение этого времени дает более контрастное или мягкое изображение. Заданные коэффициенты контрастности $\gamma_{\text{рек}}$ одного и того же фотослоя в разных проявителях нарастают за разное время (рис. 58) — это основное правило. Однако проявление в различных по составу и харак-

теру действия проявителя дает требуемую гамму при различных формах характеристической кривой в ее нижней части непропорциональной передачи оптических плотностей (рис. 59). Поэтому выбор нормального проявителя и режим проявления не так отражается на гамме, как на характере тоновоспроизведения низших светлот объекта, придающих в негативе детализовку изображения. Это — важное условие фотографии. На него мало обращают внимания, но оно подтверждается практикой и заставляет искать и разрабатывать новые рецепты проявителей для конкретных фотоматериалов со съемкой на них конкретных объектов. Неудачные попытки этих поисков усугубляются еще тем, что отечественные черно-белые фотобумаги не обладают постоянством во времени таких важных параметров, как по-

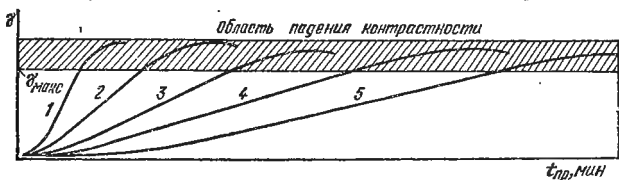


Рис. 58. Кривые нарастания контрастности фотоматериала в зависимости от времени проявления в различных проявителях:

1 и 2 — быстрых; 3 — нормальных; 4 и 5 — медленно работающих

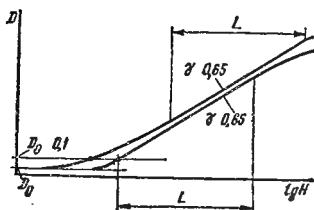


Рис. 59. Сенситометрические характеристические кривые негативных пленок, проявляемых в разных нормальных проявителях

лезный интервал экспозиций L_g [19] и максимальная плотность $D_{\max}$. В процессе хранения (уже через месяц-другой после выпуска) они уменьшаются и не воспроизводят своих значений при печати за нормальным негативом. Поэтому в одних случаях вновь найденный рецепт негативного проявителя может дать положительные результаты, в других — отрицательные, при которых неудача приписывается «плохому» его качеству. Исходя из этого во всех случаях применения фотоматериалов рекомендуется опыты с обычными и новыми проявителями проводить в комплексе негагив-позитив в сопровождении сенситометрических и экспонетрических испытаний.

В технической фотографии, оперирующей в основном штриховыми и атакновыми изображениями (фотопленки «Микрат», фототехнические и др.), обработка характеризуется необходимостью получения чисто черных и предельно белых тонов без промежуточных значений с большой величиной гаммы ($\gamma = 4...12$ и более). Для этого предназначены три вида контрастных специальных проявителей, обеспечивающие задачи полиграфии и документной фотографии. Для обработки специальных материалов применяют специальные способы обработки, представляющие узкий интерес.

40. Особенности проявления. Характеристика проявителей вследствие многочисленных свойств весьма разнообразна, по-

этому для разграничения отличительных особенностей за основу следует прививать их принцип действия.

Принцип тоновоспроизведения в негативе изобразительной фотографии нормального, мягкого или контрастного изображения основан на определенных способах обработки, позволяющих выделять одни и тормозить другие тона (плотности) экспонированных участков фотослоя. К таким способам относятся нормальное, мягкое, выравнивающее (медленное) и контрастное (энергичное), а для специальных репродукционных материалов полиграфии — сверхконтрастное (лайн) и особоконтрастное (лит) проявление. Каждое из них характеризуется концентрацией проявляющих веществ, щелочи, противобульирующих веществ и временем обработки. Применяют также проявление в двух проявляющих растворах (вначале в мягком, затем в контрастном), позволяющих улучшить проработку в тенях изображения с приведением интервала плотности негатива к норме.

Отличительные признаки проявителей. Для удобства применения проявители выбирают по следующим характерным признакам:

достижению определенного коэффициента контрастности для соответствующего типа фотоматериала — нормальные (до $\gamma_{рек}$), мягкие ($\leq \gamma_{рек}$), контрастные ($> \gamma_{рек}$), особоконтрастные и сверхконтрастные ($\gamma \gg 4$);

выравнивающей способностью — нормально выравнивающие (в том числе двухрастворные) и сильно выравнивающие (голодное проявление);

степени зернистости изображения — мелкозернистые нормальные и особо (подлинно) мелкозернистые;

времени проявления — нормальные, медленные и быстрые;

количеству растворов — двухрастворные, однорастворные и однованные (фиксирующие);

концентрации химических веществ — разбавленные и концентрированные (для разбавления);

повышению (в том числе выравнивающие и двухрастворные) и *понижению* (для улучшения выравнивания тонов) *светочувствительности*;

степени экспонирования фотослоя (кроме нормальных) — для негативов, снятых с недодержкой и передержкой;

температуре раствора (кроме нормальной) — для работы при низкой («арктические») и высокой («тропические») температуре;

количеству ванн проявления — трехванные (проявление, стоп-раствор и фиксирование) и однованные (проявители с фиксированием);

характеру дополнительных свойств — с дубителями и десенсибилизаторами (для визуального контроля проявления);

принципу действия — химические (самые распространенные вышеприведенные) и физические;

совмещению процессов общей обработки — проявляюще-фиксирующие (фиксирующие проявители) и проявители с диффузионным переносом (аналогично фотокомплекту «Момент»);

применению вида проявляющих веществ — органические (самые распространенные) и неорганические.

41. Общая характеристика проявления фотоматериалов. Обработка негативов изобразительной фотографии выражается

таким воздействием проявителя, при котором все участки экспонированного фотослоя равномерно и пропорционально съёмочной экспозиции выявляются оптическими плотностями с достижением коэффициента контрастности в пределах $\gamma = 0,6 \dots 0,8$. Проявление до $\gamma = 0,65$ ($\bar{g} = 0,62$) применяют для узких 35-мм и 60-мм фотопленок, предназначенных для фотоувеличения, проявление до $\gamma = 0,8$ — для форматных пленок и пластинок с контактной печатью (копированием), не увеличивающей контраст в позитивном изображении [19]. Государственными стандартами это разграничение не устанавливалось. Однако величина $\gamma_{рек} = 0,8$ относится к начальному периоду развития фотографии, когда съёмку производили на форматные материалы с последующей контактной фотопечатью. По ГОСТ 10691.2—84 для всех видов негативных фотопленок установлен средний градиент $g = 0,62$ ($\gamma = 0,65$) без указания характера фотопечати с обработанных негативов.

Индукционный период стандартных проявителей относительно мал и обусловлен относительно низким содержанием в растворе противовуалирующего вещества, позволяющим выявлять малые плотности, незначительно отличающиеся от плотности вуали. Концентрация проявляющего вещества установлена такой, чтобы сильно экспонированные участки фотослоя (света) проявлялись до высшей плотности, определяющей рекомендуемый коэффициент контрастности за относительно среднее (принятое нормальным) время проявления. Низшая плотность негативного изображения должна отличаться от плотности вуали на величину $D_{низш} = 0,1$ (заметную невооруженным глазом). Высшая плотность негативного изображения не должна превышать $D_{высш} = 1,3 \dots 1,5$ (через эту плотность должен просматриваться, хотя и с трудом, черный типографский текст на белой бумаге).

В нормальных проявителях в зависимости от типа фотоматериала среднее время обработки 6—12 мин. Основные проявляющие вещества метол, гидрохинон, фенидон (метилфенидон), применяемые раздельно или в сочетании метол-гидрохинон и фенидон-гидрохинон (супераддитивные смеси). Другие применяются редко. Концентрация проявляющих веществ в среднем 5—10 г/л раствора, соды 20—25 г/л, бромистого калия 0,5—2,5 г/л. Сульфита натрия (безводного) для фотобумаг, форматных пленок и фотопластинок, применяемых без последующего увеличения, берут 25—50 г/л, для негативных катушечных фотопленок с последующим фотоувеличением — 75—125 г/л (мелкозернистые проявители).

Нормальные проявители иногда называют универсальными, так как применяют для негативных и позитивных фотоматериалов. Они хорошо забуферены, т. е. работают стабильно при одновременно-последовательной обработке установленного количества фотоматериала с сохранением номинальной светочувствительности. При обработке в нормальных проявителях можно понижать и повышать контрастность негативного изображения в небольших пределах относительно сенситометрических показателей фотослоя, что привело к присвоению им названий мягких и контрастных (не имеющих никакого отношения к выравнивающим — медленно работающим, и контрастным — быстро работающим энергичным проявителям).

Типовой состав нормального негативного проявителя. Структура любого нормального проявителя постоянна и со-

держит проявляющее, сохраняющее, ускоряющее и противобульирующее вещества в количествах, определяющих время проявления порядка 6—8 мин для низкочувствительных и 10—12 мин для высокочувствительных фотоматериалов. Типовая (рациональная) рецептура (неправильно иногда именуемая стандартной) в широкой фотографической практике распространения не получила. Ее данные применяют для первоначального определения рационального количества фотохимикатов с целью первичных испытаний новых проявителей. Соотношение концентраций входящих в них веществ зависит от временных данных проявления и требуемого коэффициента контрастности. Количество основных веществ типового проявителя определяют следующим образом.

Проявляющее вещество применяют в минимальном количестве, называемом порогом концентрации, с которого проявитель начинает проявлять. При щелочности $pH = 10 - 11$ (средняя величина) порог концентрации составляет 0,02—0,05 моля. При определении количества проявляющего вещества учитывают его химическую природу и возможность взаимодействия с другими веществами проявителя. При этом завышение концентрации бесполезно. Практически установлены следующие предельные концентрации проявляющего вещества, обеспечивающие нормальный процесс проявления:

<i>Проявляющее вещество</i>	<i>Оптимальная концентрация, г/л</i>	<i>Распространенная концентрация, г/л</i>
Метол	6	6
Пирокатехин	6	6
Гидрохинон	6	5—10
Амидол	4	4—8
Парааминофенол	5	4—7
Пирогаллол	5	3—6
Глицин	17	20

Сохраняющее вещество (сульфит натрия). Его минимальное количество определяют из уравнений реакций окисления проявляющего вещества, из которых установлено, что на одну его молекулу расходуется около трех молекул сульфита. При концентрации проявляющего вещества 0,05 моля сульфита требуется 0,1 моля. С запасом его берут 0,2 моля, что составляет примерно 25 г/л безводного сульфита — минимальный предел в черно-белых негативных проявителях, предназначенных для обработки форматных материалов, не подлежащих фотоувеличению (в том числе для фотобумаг). Практически целесообразно соотносить следующие количества сульфита натрия безводного на один грамм проявляющего вещества:

На 1 г гидрохинона	... сульфита	4,6 г
« « пирокатехина	... «	4,6 г
« « парааминофенола...	«	4,1 г
« « метола	... «	3,0 г
« « амидола	... «	2,6 г

Этим теоретическим расчетам соответствует стандартный проявитель СТ-1 (Чибисова) [19]. Максимальное количество сульфита ограничивается его способностью растворять бромистое серебро и вызывать появление дихроичной вуали. Поэтому мак-

симальной концентрацией сульфита натрия безводного считается 125—150 г/л. В мелкозернистых проявителях концентрация 100 г/л наиболее распространена и способствует достаточному уменьшению вериистости негативного изображения. С таким количеством сульфита проявители применяют для обработки катушечных фотопленок.

Ускоряющее вещество (щелочь) определяет значение рН раствора, при котором достигается необходимая концентрация активной формы проявляющего вещества. Свойства щелочей и воздействие их на проявляющую способность раствора неодинаковы, поскольку каждая из них дает различную кислотно-основную буферность проявителя, от которой зависит постоянство величины рН. При большой буферности величина рН длительное время не изменяется и проявитель обладает хорошей стабильностью обработки. Если буферная емкость мала, то проявитель в процессе работы истощается и не обеспечивает постоянства своих свойств. Наибольшую буферность обеспечивает сода и поташ, наименьшую — едкий натр:

Щелочь	рН начала проявления	рН после проявления	Δ рН
Сода	9,1	9,1	0
«	10,6	10,6	0
Поташ	9,2	9,2	0
«	10,7	10,7	0
$\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{HPO}_4$	10,6	10,6	0
Кали едкое	10,8	10,6	0,2
Натр едкий	9,1	8,7	0,4
« «	10,8	10,4	0,4

В медленно работающих проявителях $\text{pH}=7\ldots 8$, в быстро работающих рН доводится до 12. Десятые доли единицы рН существенно влияют на щелочность раствора и с их увеличением значительно повышают активность проявителя. В нормальных проявителях оптимальная величина $\text{pH} = 10\ldots 11$. Для ее достижения берут (ориентировочно): соды 20 г/л, поташа 27 г/л, едкого кали 1,4 г/л, едкого натра 0,6 г/л. Едкие щелочи рекомендуется применять для энергичных проявителей и для проявления термостойких фотоматериалов.

Противовуализирующее вещество берется в количестве, зависящем от применяемого проявляющего вещества. Чаще применяют бромистый калий в концентрации 0,5—2,5 г/л, реже бензотриазол 0,1—0,2 г/л. Иногда применяют их вместе. С увеличением бромистого калия увеличивается индукционный период без изменения контраста изображения. С увеличением бензотриазола значительно удлиняется индукционный период и основное — повышается контраст негативного изображения.

Типовой рецепт нормального проявителя общего назначения содержит вещества в следующих количествах:

Название вещества	Концентрация г/л	Концентрация моль
Проявляющее	0,05*	0,05
Сода безводная (или поташ)	20—25 (25—30)	0,2—0,3
Сульфит натрия безводный	25	0,2
Бромистый калий	0,5—2,5	0,004—0,2

* Концентрация в молях.

Увеличение щелочи в этом составе способствует более контрастному (быстрому), а уменьшение — более мягкому (медленному) проявлению. Увеличение сульфита при сохранении того же количества проявляющего вещества незначительно уменьшает зерно в негативном изображении.

42. Проявление листовых фотопленок и пластинок проводят в нормальных проявителях для достижения рекомендуемой $\gamma = 0,7 \dots 0,8$, приемлемой для контактной фотопечати, при которой контраст позитивного изображения не увеличивается [19]. Применяют также негативно-позитивные проявители. Наиболее распространены проявители с двумя проявляющими веществами и содой. При отсутствии соды пользуются поташом. В этом случае проявитель имеет две модификации: для короткого 3—5 мин и удлиненного 8—10 мин проявления. С целью сокращения общей длительности обработки негативов иногда применяют так называемые быстрые одно- или двухрастворные проявители. Для них используется несколько видоизмененная рецептура нормальных проявителей, позволяющая обрабатывать листовые негативы в среднем за одну минуту. При небольших фотоувеличениях такими проявителями можно обрабатывать и катушечные 60-мм фотопленки Рольфильм. Для удобства зрительного контроля за проявлением листовых материалов некоторые проявители имеют удлиненное время обработки и допускается неактивное освещение.

Мягкое проявление, как особенность нормальной обработки, характерно повышенной концентрацией проявляющих веществ относительно нормальной и укороченным временем проявления. При этом воспроизведение низших плотностей уменьшается незначительно, а высшая плотность достигает величины $D_{\text{высш}} = 0,8 \dots 1,2$ вместо $D = 1,5 \dots 1,8$. В некоторых случаях мягкое проявление позволяет более выразительно получать тоновоспроизведение пейзажей и портретов на нормальной и контрастной фотобумагах. С пропаданием теней при мягком проявлении экспозицию при съемке увеличивают в 1,5—2 раза.

Контрастное проявление нормальных негативов характерно более продолжительным временем обработки относительно нормального и применяется в случаях объектов с малым интервалом низших яркостей, в которых отсутствует небо, яркие водные пространства и большие площади белых поверхностей. Экспозицию при съемке уменьшают в 1,5—2 раза и при фотографической печати на нормальной фотобумаге получают изображение нормального контраста.

Нормальные проявители. Метол-гидрохиноновый стандартный СТ-1 [19]. Время проявления указано на упаковке: негативных пленок типа «Фото» 6—8 мин, репродукционных и диапозитивных пластинок 4—5 мин, фотобумаг 2—6 мин.

Метол-гидрохиноновые универсальные проявители для всех видов фотопластинок, листовых фотопленок и фотобумаг.

	УП-2	УП-2М	ОРВО-61*	ОРВО-108	ОРВО-40
Метол, г	5	5	3,5	5	1,5
Сульфит натрия, г	15	40	50	40	18
Гидрохинон, г . . .	6	6	6,5	6	2,5
Сода, г	31	31	40	—	—

* Концентрированный, для проявления разбавляют водой 1 : 3.

Поташ, г	—	—	—	40	18
Бромистый калий, г	2	4	1	2	1
Вода, л, до	1	1	1	1	1
$t_{\text{пр}}$, мин*	4—8	4—8	5—6	3—5	4—5

* Для пленок и пластинок. Для фотобумаг 1—2 мин.

Метол-гидрохиноновые проявители ВЦ-2 — выравнивающий
ОРВО-42 — нормальный.

	ВЦ-2	ОРВО-42
Метол, г	2	0,8
Метабисульфит калня, г	—	4
Сульфит натрия, г	50	45
Гидрохинон, г	5	1,2
Сода, г	—	8
Бура, г	20	—
Калий бромистый, г	—	1
Вода, л, до	1	1
$t_{\text{пр}}$, мин	12—18	8—12

Метол-гидрохиноновый проявитель ДК-20 (в кодалком).
Пополнитель вводят по 30 мл после проявления каждого двух
пластинок (форматных пленок) размером 13 × 18 см. Можно
применять с содой.

	ДК-20	Пополнитель
Метол, г	2,5	7
Сульфит натрия, г	30	30
Гидрохинон, г	2,5	10
Кодалк (сода), г	10 (5)	10 (20)
Калий бромистый, г	0,5	—
Вода, л, до	1	1
$t_{\text{пр}}$, мин	4—8	—

Температурный режим обработки в проявителе ДК-20

Температура проявителя, °С	12	15	18	20	22	24
Относительное время проявления, %	150	130	110	100	90	80

Парааминофенол-гидрохиноновые проявители. Негативные фо-
топленки и пластинки проявляют в среднем 6 мин. Фотобу-
маги проявляют в зависимости от степени передачи тонов: теп-
лых 2 мин, холодных 1—2 мин с условием увеличения соды в два
раза.

	Д-93	Аналог СТ-1
Парааминофенол, г	5	4,8
Сульфит натрия, г	30	28
Гидрохинон, г	2,5	1,8
Сода, г	10	20
Калий бромистый, г	0,5	1
Вода, л, до	1	1

Метоловые проявители

	Мягкий	ОРВО-120
Метол, г	3	4
Сульфит натрия, г	15	12
Сода, г	12	10
Калий бромистый, г	0,4	0,6
Вода, л, до	1	1
$t_{пр}$, мин	3—5	1,5—3

Гидрохиноновый проявитель

Сульфит натрия, г 20	Калий бромистый, г 1
Гидрохинон, г 6,5	Вода, л, до 1
Сода, г 62	$t_{пр}$, мин 4—5

Глицериновые проявители

	ОРВО-8	ОРВО-72
Сульфит натрия, г	12,5	25
Глицин, г	2	10
Поташ (сода), г	25 (—)	50 (38)
Вода, л, до	1	1
$t_{пр}$, мин	8—12	5—10

Парааминофеноловый проявитель

Парааминофенол, г 7	Вода, л, до 1
Сульфит натрия, г 50	$t_{пр}$, мин 7—8
Сода, г 50	

Амидоловые проявители

Для пленок и пластинок Для фотобумаг

Сульфит натрия, г 25	50
Амидол, г 5	10
Вода, л, до 1	1
$t_{пр}$, мин 3—5	1—2

Адуриловый проявитель

Сульфит натрия, г 20	Калий бромистый, г 1
Сода, г 1	Вода, л, до 1
Адурил, г 10	$t_{пр}$, мин 5—7

Пирогаллоловые проявители. Вследствие быстрой порчи готовят два раствора, сливают их перед работой и дополняют водой до 1 л.

Первый проявитель Второй проявитель

Раствор А	Раствор А
Сульфит натрия, г 20	50
Метабисульфит калия, г 8	—
Пирогаллол, г 8	14
Лимонная кислота, г —	2
Вода, л 0,4	0,4

Сода, г	12	20
Вода, л	0,4	0,4
$t_{пр}$, мин	6—7	4—5

Пирокатехиновый проявитель. Вследствие быстрой порчи готовят два раствора, сливают их перед работой и дополняют водой до 1 л.

Раствор А

Раствор Б

Сульфит натрия, г	20	Сода, г	45
Пирокатехин, г	10	Вода, л	0,4
Вода, л	0,4	$t_{пр}$, мин	6—7

Быстрые метол-гидрохиноновые проявители

	Первый	Второй	Третий
Метол, г	3	15	20
Сульфит натрия, г	63	50	60
Гидрохинон, г	45	15	20
Натр едкий, г	45	30	20
Калий бромистый, г	—	1	10
Вода, л, до	1	1	1
$t_{пр}$, мин	35—45	25—40	До 60

Контрастные проявители метол-гидрохиноновые. КЦ-1 — проявитель СТ-1 удвоенной концентрации. Для него пополнитель применяют того же состава, но без бромистого калия.

ОРВВ-74

КЦ-1

Метол, г	5	2
Сульфит натрия, г	40	52
Гидрохинон, г	6	10
Сода, г	40	40
Калий бромистый, г	1	1
Вода, л, до	1	1
$t_{пр}$, мин	2—3	4—8

43. Нормальное проявление малоформатных катушечных пленок предусматривает получение гаммы негатива $\gamma = 0,55...0,65$, так как при фотоувеличении повышается контраст оптического изображения на фотослое бумаги до $\gamma_{оп.изо} = 0,7...0,8$ [19 (41) — (48)] и конечное позитивное изображение приобретает жесткость. К фотоматериалам, подлежащим фотоувеличению, часто относят форматные пленки и пластинки 6×9 , 9×12 и даже 13×18 см. Их проявление также должно предусматривать получение $\gamma = 0,55...0,65$. При контактной фотопечати с пленок при размере съемочного кадра 6×6 и 6×9 см их обработка должна обеспечивать $\gamma = 0,7...0,8$.

Нормальным проявителем для обработки фотопленок типа «Фото» является стандартный проявитель СТ-2 выравнивающий мелкозернистый [19]. Время проявления указано на упаковке пленок. Для проявителя СТ-2 можно применить пополнитель в качестве того же проявителя, но без бромистого ка-

лия. Пополнитель вводят в раствор по 30 мл после проявления каждой фотопленки. После обработки негативов в СТ-2 можно получать большие фотоувеличения. Допускается проявлять фотопленки «Фото» и в других (фабричных покупных) проявителях, время проявления указано в рецепте.

44. Выравнивающее проявление. При нормальном проявлении значительные яркости объекта съемки (яркое небо, снег, белые поверхности) в негативе могут воспроизводиться относительно большими плотностями, выходящими за пределы нормированной высшей плотности $D_{\text{высш}} = 1,2 \dots 1,5$. На фотобумаге они не пропечатываются, создавая в изображении лишние белые пятна. Уменьшение этих плотностей коротким (мягким) проявлением в нормальном проявителе приводит к некоторому выпа-

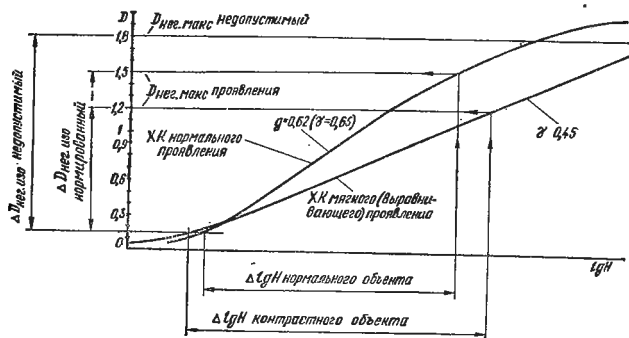


Рис. 60. Сенситометрические характеристические кривые для нормального и мягкого проявления

дению низших плотностей, соответствующих теневым участкам изображения и лежащих на нижнем криволинейном участке ХК. Для воспроизведения всего интервала яркости таких контрастных объектов в нормированном интервале плотности негатива $\Delta D_{\text{нег}} = 0,8 \dots 1$ необходимо высшие плотности занижать, а низшие повышать (рис. 60), что достигается применением медленно работающих выравнивающих проявителей.

Эффект выравнивания заключается в том, что при медленном проявлении плотности негатива, соответствующие высшим яркостям, нарастают мало и при времени, соответствующем нормальному обычному проявлению фотопленок, получают недостаточную величину. Для достижения оптимального значения высшей плотности негатива время проявления в выравнивающем проявителе увеличивают, за счет чего воспроизводятся и низшие плотности теневых участков объекта. Выравнивание плотностей основано на истощаемости малоактивного с низкой кислотно-основной буферностью проявителя, приводящей к тому, что изображение на фотослое, погруженном в раствор одинаковый во всем своем объеме, на разных участках фотослоя проявляется проявителем разного объема и отличается тем больше, чем сильнее экспонирован данный участок изображения. Проявитель, поступающий в фотослой, вследствие своей малой концентрации быстро истощается в светах и воспроизводит их малой плотностью, и нормально проявляет тени изображения, повышая их

плотность при удлиненном проявлении. В результате повышенные малые и уменьшенные высшие плотности изображения совместно со средними уменьшают гамму проявления, выравнивая контраст. Значительный интервал яркости объекта воспроизводится в требуемом (нормированном) интервале плотности $\Delta D_{\text{норм}} = 0,8 \dots 1$, а светочувствительность фотослоя увеличивается в два-три раза. Увеличение времени проявления свыше оптимального выравнивающего не повышает малые плотности, а приводит к росту высших плотностей, увеличению коэффициента контрастности и зернистости негативного изображения. Следует учитывать, что эффект выравнивания при смягчении изображения приводит к некоторому уменьшению плотности лица человека, которое в позитиве воспроизводится темнее своей нормальной светлоты относительно проявления в нормальном проявителе, поскольку гамма занижена.

Выравнивающее проявление можно получить уменьшением концентрации проявляющих веществ или разбавлением нормального проявителя в два-три раза с соответствующим удлинением обработки, а также двухрастворным и голодным проявлением. Зернистость обработанного фотослоя относительно мала и все выравнивающие проявители называются мелкозернистыми. Наиболее эффективное выравнивающее проявление проводят, например, в проявителе Родинал (55).

Универсальные выравнивающие проявители для листовых форматных и катушечных фотопленок содержат относительно нормальных и мелкозернистых проявителей среднее количество сульфита натрия и проявляют со средней зернистостью изображения. К ним относятся проявители с бурой и содой.

	ОРВО-73	ОРВО-76	НИКФИ	R*
Метол, г	1	4	5	8
Сульфит натрия, г	40	75	75	75
Гидрохинон, г	6	—	—	—
Сода, г	20	5	—	—
Бура, г	—	—	12	24
Борная кислота, г	—	—	4	4
Калий бромистый, г	1	2,5	—	—
Вода, л, до	1	1	1	1
$t_{\text{пр}}$, мин	4—5	8—10	10—15	—

*R (регенератор) — пополнитель к проявителю НИКФИ: после каждой фотоплёнки добавляют 15—20 мл.

45. Мелкозернистое проявление. Зернистость — это неравномерность распределения скоплений микрочастиц металлического серебра, из которого состоит фотографическое изображение. Зернистость позитивного фотослоя исключительно мала и при контактной печати на позитиве не наблюдается. Зернистость негатива оценивают при фотоувеличении на позитиве, эффект которой зависит от степени этого увеличения. При обработке зернистость негативного изображения увеличивается с повышением гаммы и оптической плотности. На рис. 61 показан график зависимости зернистости от этих величин. Оптимальные параметры негатива для получения наименьшей зернистости: $\gamma = 0,65$ ($\bar{\gamma} = 0,62$) и $D_{\text{макс}} = 1,2$ — критерий максимальной плотности негатива в светах. На практике эта плотность

бывает несколько выше — до $D = 1,5$, но гамма на узкой пленке не должна превышать $\gamma = 0,65$.

При обработке негативов в быстрых энергично работающих проявителях многие из центров скрытого изображения срстаются, образуя относительно крупные скопления микрочастиц со значительными промежутками между ними, создающие крупную зернистость. При обработке в мелкозернистых проявителях все центры скрытого изображения растут независимо друг от друга с образованием относительно мелких скоплений микрочастиц металлического серебра, промежутки между ними значительно меньше, чем между скоплениями крупных зерен при энергичном проявлении, и зернистость улучшается.

Для уменьшения зернистости существуют четыре способа проявления: *первый* — обработка до низкой гаммы при медленном проявлении; *второй* — применение растворов, содержащих растворители галогенного серебра; *третий* — проявление с парафенилендиаминном; *четвертый* — физическое проявление с наносом на изображение дополнительного металлического серебра. Кроме того, зернистость негативного изображения зависит от типа фотоматериала (у высокочувствительных она выше), экспозиции при съемке (при меньшей относительно номинальной зернистости ниже), условий проявления (при меньшей гамме — ниже) и сушки (с принудительной подачей воздуха на фотослой зернистость увеличивается).

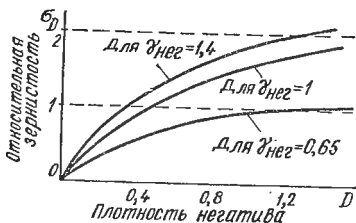


Рис. 61. Кривые зависимости зернистости позитивного изображения от степени проявленности негатива γ и плотности D

Зернистость — параметр относительный. Ее критерий — допустимая степень фотоувеличения. При копировании (контактная печать) зернистость зрительно не обнаруживается. При проекционной печати зернистость не должна быть заметной при увеличении линейных размеров позитивного изображения относительно негативного не менее чем в десять раз (кадрирование фотоснимка нарушает это условие). Для малоформатной фотографии необходимо, чтобы с негатива 24×36 мм можно было печатать формат 24×36 см без бросающейся в глаза зернистости.

Мелкозернистые проявители подразделяются на две группы. К *первой группе* относятся обычно выравнивающие, медленно работающие, повышающие светочувствительность фотослой проявители в основном с метолом, фенидоном, глицином и с этими веществами при сочетании друг с другом. В состав этих проявителей обязательно входит большое количество сульфита натрия (100—150 г/л безводного) и дополнительно может входить роданистый калий (натрий) или тиосульфат натрия, растворяющие галогенное серебро при длительном медленном проявлении. Вместо соды иногда применяется бура. К этим проявителям относятся Д-76, Д-23 и стандартный СТ-2 [19], дающие нормальную для малоформатных негативов зернистость. Проявители с метолом и бурой (Д-76) имеют много модификаций, в применении которых пытаются найти лучший вариант мелкозернистого проявления. Введение буры незначительно изменяет щелочность

проявителя. В численном выражении это выглядит следующим образом:

Бура, г/л	pH	Бура, г/л	pH
0	8,7	5	9
2,5	8,7	10	9,1

Кроме буры, для регулирования щелочности в метол-гидрохиноновые проявители вводят борную кислоту в соотношении 2 : 5. Сочетание буры и борной кислоты создает небольшую буферность проявителя.

Ко второй группе относятся особомелкозернистые проявители с парафенилендиамином и ему подобными — активными растворителями галогенного серебра, понижающими светочувствительность и способными в слабощелочной среде давать мелкое зерно. К ним также относятся физические проявители, дающие зернистость еще меньше, проявители с одним метолом и специальными добавками Д-20 и Д-25, допускающие фотоувеличение негативного изображения более чем 10 : 1.

Стандартные негативные проявители [19] для кино- и фотопленок с временем проявления 6—12 мин при $\gamma = 0,6...0,7$ являются нормально мелкозернистыми, допускающими увеличение фотоснимка не менее 10 : 1. Применение нестандартных мелкозернистых проявителей первой группы с проявлением до $\gamma = 0,5...0,6$ дает относительное уменьшение зернистости дополнительно на 10—20 %. Обработка в парафенилендиаминовых и аналогичных им проявителях второй группы до той же гаммы снижает относительную зернистость до 40 %. Указанные величины относятся к фотоматериалам, применяемым в течение гарантийного срока и хранящихся в стандартных условиях [19]. Проявление фотопленок в разных выравнивающих и мелкозернистых проявителях до $\gamma = 0,65$ дает относительно большую или меньшую зернистость.

Работая с мелкозернистыми проявителями следует при съемке применять по возможности более контрастное освещение, поскольку при равномерном мягком освещении, особенно слабом, и соответственно увеличенной экспозиции наблюдается значительная зернистость негативного изображения. Получение мелкозернистости более эффективно при съемке на крупнозернистых высокочувствительных пленках «Фото-130» и «Фото-250». На малочувствительных с пониженной зернистостью — «Фото-32» и «Фото-65» — эффект мелкозернистого проявления мало заметен. При небольшом (до 10 : 1) фотоувеличении и применении низкочувствительных пленок допустим выбор проявителя из таких как Д-76, Д-23 и СТ-2 (ОРВО-12). При необходимости большего фотоувеличения при съемке на высокочувствительные пленки следует применять ДК-20, Д-25 или парафенилендиаминовый проявитель. При фотографировании необходимо определять, что важнее: получение большей светочувствительности или мелкого зерна. Получение одновременно того и другого практически неосуществимо.

Мелкозернистые проявители, как правило, одnorастворные, но могут быть и двухрастворными, проявление в которых дает несколько улучшенные фотографические характеристики.

Проявитель Д-76 среди нестандартных наиболее распространен вследствие значительной длины прямолинейного и малого

нижнего криволинейного участка ХК негатива. Отличается от других отсутствием бромистого калия. По своим возможностям пригоден для одноразового применения с одновременно-последовательной обработкой не более двух фотопленок, поскольку реакция проявления существенно изменяет его свойства. Для обработки большего количества фотопленок применяют пополнитель. Время проявления аналогично времени для стандартного проявителя СТ-2 и указано на упаковке пленки. Д-76 имеет несколько модификаций, характерных для применения к различным фотоматериалам.

Д-76* Варианты рецепта Д-76

R**

		1	2	3	4	5	6	
Метол, г	2	1,9	2	2,8	1,5	2,8	2,5	3
Сульфит натрия, г	100	95	100	100	100	75	75	100
Гидрохинон, г . .	5	4,8	5	2,8	4	3	3	7,5
Бура, г	2	1,75	8	2	1,5	5	5	20
Борная кислота, г	—	—	8	—	—	—	—	—
Вода, л, до . . .	1	1	1	1	1	1	1	1

* Рецепт фирмы Кодак.

** R (пополнитель) — вводят 15—20 мл после проявления каждой пленки

Мелкозернистый метоловый проявитель Д-23 без щелочи. Пополнитель вводят по 22 мл после проявления каждой фотопленки.

Д-23 Пополнитель

Метол, г	7,5	10
Сульфит натрия, г	100	100
Бура, г	—	20
Вода, л, до	1	1
t _{пр} , мин	8—18	—

Температурно-временной режим проявления в Д-23

T, °C	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
t, %	220	200	175	160	140	120	110	100	90	80	75	65	60	55	50

Мелкозернистый метоловый проявитель Д-25 отличается от Д-23 введением метабисульфита калия. Несколько понижает светочувствительность фотослоя. Пополнитель вводят по 37 мл после проявления каждой из первых 12 фотопленок и по 22 мл после проявления каждой из последующих 13 фотопленок.

Д-23 Пополнитель

Метол, г	7,5	10
Сульфит натрия, г	100	100
Метабисульфит калия, г	18	—
Бура, г	—	20
Вода, л, до	1	.1
t _{пр} , мин	30—40	—

Вследствие длительности обработки при 20 °С (30—40 мин) за 100 % времени проявления принята температура 25 °С, при которой время обработки сокращается вдвое и равно 15—20 мин.

Температурно-временной режим проявления в Д-25

<i>T</i> , °С	18	19	20	21	22	23	24	25	26
<i>t</i> , %	250	225	200	180	160	140	120	100	85

Мелкозернистый метоловый проявитель Д-20 с роданистым калием для уменьшения зернистости. Понижает светочувствительность фотослоя не менее чем в два раза. Пополнитель вводят по 30 мл после проявления каждой фотопленки.

	Д-20	Пополнитель
Метол, г	7,5	7,5
Сульфит натрия, г	100	100
Бура, г	3	30
Роданистый калий (или натрий), г	1	5
Калий бромистый, г	0,5	1
Вода, л, до	1	1
<i>t</i> _{пр} , мин	15—25	—

Температурно-временной режим проявления в Д-20

<i>T</i> , °С	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<i>t</i> , %	190	175	160	150	135	120	110	100	90	85	75	70

Мелкозернистый фенидон-гидрохиноновый проявитель Микрофен. Повышает светочувствительность примерно в два раза.

Сульфит натрия, г	100	Калий бромистый, г	1
Гидрохинон, г	5	Фенидон, г	0,2
Бура, г	3	Вода, л, до	1
Борная кислота, г	3,5	<i>t</i> _{пр} , мин	7—10

Мелкозернистый фенидон-гидрохиноновый проявитель с глицином ГХ-II, допускает разбавление водой 1 : 1 с примерно удвоенным временем проявления. При этом выравнивающая способность и контурная резкость изображения улучшаются.

Сульфит натрия, г	125	Фенидон, г	0,25
Гидрохинон, г	5	Калий бромистый, г	0,5
Глицин, г	1,5	Вода, л, до	1
Бура, г	2,5	<i>t</i> _{пр} , мин	10—15

Мелкозернистый фенидон-гидрохиноновый значительно выравнивающий проявитель.

Сульфит натрия, г	100	Калий бромистый, г	0,5
Гидрохинон, г	0,5	Вода, л, до	1
Бура, г	2	<i>t</i> _{пр} , мин	12—25
Фенидон, г	0,1		

Мелкозернистый парафенилендиамин-глициновый проявитель Сиз-3. Увеличивает светочувствительность фотослоя в 2—4 раза. При составлении раствора парафенилендиамин добавляют к теплому раствору сульфита.

Сульфит натрия, г	90	Вода, л, до	1
Парафенилендиамин (основание), г	10	$t_{\text{пр}}$, мин	20—40
Глицин, г	6		

Мелкозернистый метол-глициновый проявитель А-49 (Атомал-Ф). Применяется без разбавления и с разбавлением.

Проявитель	Данные разбавления
Метол, г	6
Сульфит натрия, г	100
Глицин, г	1,2
Сода, г	10
Калий бромистый, г	0,5
Вода, л, до	1
	Без разбавления $t_{\text{пр}} = 9 \dots 11$ мин
	При разбавлении:
	1:1 $t_{\text{пр}} = 13 \dots 18$ мин
	1:2 $t_{\text{пр}} = 18 \dots 22$ мин

Мелкозернистый парааминофенол-гидрохиноновый проявитель.

Парааминофенол, г	3	Сода, г	18
Сульфит натрия, г	120	Калий бромистый, г	2,5
Гидрохинон, г	4	Вода, л, до	1
		$t_{\text{пр}}$, мин	7—15

Мелкозернистый фенидон-гидрохиноновый проявитель с пищевой содой. Несколько понижает светочувствительность. При составлении проявителя двууглекислый натрий добавляют после охлаждения раствора до 20 °С.

Сульфит натрия, г	35	Фенидон, г	0,6
Гидрохинон, г	5	Натрий двууглекислый, г	20
Калий роданисый, г	1	Вода, л, до	1
Калий бромистый, г	0,5	$t_{\text{пр}}$, мин	20—40

Мелкозернистые проявители с кодалком фирмы «Кодак». Обозначаются двумя буквами ДК — Developer Kodak (проявитель с кодалком). Кодалк (сплавленная смесь едкого натра с бурой, 199) может быть заменен его аналогом — четырехводным метаборатом натрия (тетрагидратом метабората натрия $\text{NaBO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). При отсутствии того или другого вещества заменяется эквивалентным количеством соды или буры, указанным в рецепте в скобках. Время проявления определяется пробой (10—20 мин). Рецепты составлены для машинной обработки фирменной киноплёнки.

	ДК-15а	ДК-20	ДК-50	ДК-60а
Метол, г	5,7	5	2,5	2,5
Сульфит натрия, г	90	100	30	50
Гидрохинон, г	—	—	2,5	2,5
Кодалк, г	5	2	10	20
или: (сода), г	(3,1)	(1,2)	(4,1)	(7)
(бура), г	(26)	(3,6)	—	—

Калий бромистый, г	1,9	0,5	0,5	0,5
Натрий роданистый (жидкий), мл	—	1,5	—	—
Сульфат натрия, г	45	—	—	—
Вода, л, до	1	1	1	1
pH раствора	8,5	8,22	9,5	9,88

46. Голодное проявление (как вариант выравнивающего) — проявление за счет значительно ограниченного количества проявителя или проявляющего вещества, находящегося в фотослое. Его количество определяется концентрацией проявителя в растворе и должно быть достаточным для проявления малоэкспонированных участков и недостаточным для участков фотослоя с большой экспозицией. При этом всякое выравнивающее проявление влияет на участки фотослоя со средней экспозицией, в зависимости от интервала яркости объекта $\Delta B_{об}$ и выбора проявления. Применяют три основных способа голодного проявления: двухрастворный, чередование жидкостей и прикатывание пропитанного фотослоя к гладкой поверхности, применяемые при съемке объектов в $\Delta B_{об} \gg 2,4$ (при этом способе негативное изображение получается очень тонким вследствие пониженных плотностей малых и средних яркостей объекта).

Способ двухрастворного проявления имеет три варианта. *Первый вариант* — два разных раствора — наиболее распространенный (59). Фотослой обрабатывают вначале в растворе проявляющего вещества с сульфитом натрия при минимально возможной щелочности, а затем в щелочном растворе определенной концентрации. С погружением в первый раствор фотослой насыщается, поглощая из него проявляющее вещество с сульфитом. Во втором растворе со щелочью фотослой проявляется. Вследствие низкой щелочности сульфита проявление в первом растворе протекает недостаточно или совсем не протекает. При переносе во второй раствор — щелочи — фотослой вначале проявляется быстро, затем проявление прекращается вследствие расхода в фотослое недостаточного количества проявляющих веществ, полученных в первом растворе. В результате теневые участки изображения проявляются полностью, поскольку для них концентрация проявляющего вещества и длительное проявление достаточны, а светлая, вследствие малой концентрации проявителя, недопроявляется, создавая малую плотность. На ХК нижний изгиб спрямляется с приближением к прямой линии прспорциональной передачи плотностей. Этот вариант характерен малой контрастностью изображения, хорошей стабильностью обработки и повторяемостью полученных результатов.

Второй вариант — два одинаковых проявителя. Фотослой вначале обрабатывают в свежеприготовленном (первом) проявителе, а затем в таком же (втором), но истощенном. Этот способ при больших объемах обрабатываемого материала уменьшает вредное влияние накапливающихся бромидов на процесс проявления. Характерной особенностью является обработка фотослоя в течение только индукционного периода, за который бромиды не накапливаются. Вариант требует применения пополнителя для первого проявляющего раствора.

Третий вариант — два проявителя различного состава и назначения с возможностью в широких пределах регулировать коэффициент контрастности и изменять форму ХК фотослоя. Применяется редко вследствие сложности процесса и большого расхода фотохимикатов.

Проявление чередованием проявителя и воды заключается в попеременной (тройной) циклической обработке в проявителе, а затем в воде. Весь процесс состоит из трех временных стадий обработки: индукционного периода, начала проявления и его окончания, между которыми проводят допроявление в воде (не имеющей бромистого калия). Длительность стадий зависит от состава и концентрации энергично работающего проявителя. Перед обработкой фотослой размачивают в воде в течение не менее 1 мин для набухания.

На первой стадии фотослой выдерживают в проявителе в течение его индукционного периода с интенсивным перемешиванием раствора (15—60 с). Затем переносят в воду и без перемешивания выдерживают в течение 3—5 мин. За это время в воде происходит начальное проявление фотослоя проявителем с выявлением в основном ярких деталей изображения. На второй стадии фотослой выдерживают в проявителе также 15—60 с, за которые происходит допроявление светов и выявление теней. При последующем выдерживании во второй воде света недопроявляются вследствие низкого содержания проявителя в фотослое, а тени выявляются с достаточной полнотой. На третьей стадии продолжается интенсивное проявление теней, выявление средних тонов, а света медленно наращивают свою плотность. При допроявлении в третьей воде полностью выявляются тени и средние тона, а света не проявляются, так как проявителя для них в фотослое не хватает.

Для этого способа можно рекомендовать амидоловый проявитель. Обработка в нем осуществляется энергично с хорошим выявлением плотности: амидол — 4 г, сульфит натрия — 22 г, вода — до 1 л. При этом способе достигается хорошая проработка самых низших плотностей негатива и достаточная выровненность, получаемая в основном за счет отсутствия бромидов в воде при допроявлениях. Недостаток: громоздкость и длительность проявления. Применение выравнивающих проявителей для способа чередования раствора и воды положительных результатов не дает.

Проявление прикатыванием фотослоя выполняют двумя операциями: пропитыванием фотослоя проявителем и прикатыванием его к стеклу для голодного проявления. Пропитывание проводят в течение 2—6 мин в энергичном проявителе при низкой температуре (4—6 °C) для исключения начала быстрой обработки до прикатывания, а затем с вынутого фотослоя быстро снимают остатки проявителя и прикатывают эмульсией к стеклу, на котором выдерживают 3—6 мин при температуре 20 °C, 2—4 мин при 40 °C. Для предупреждения отставания фотопленки от стекла сверху на подложку накладывают второе стекло с небольшим (0,5—1 кг) грузом.

Способ прикатывания хорошо выравнивает плотности негатива и несколько повышает светочувствительность. Применяется для контратипирования фотонегативов с получением контурной резкости и выявлением мелких деталей, а также для уменьшения ореолов при ночных фотосъемках.

Проявители для способа прикатывания фотослоя. В качестве исходного применяют проявитель УП-2 (62), аналогичные ему или следующий:

Метол, г	5	Сода, г	25
Сульфит натрия, г	40	Калий бромистый, г	4,5
Гидрохинон, г	6	Вода, л, до	1

47. Точное проявление применяются для тонких фотослоев, имеющих в набухшем состоянии толщину 30—50 мкм. Для получения правильного тоновоспроизведения объектов, отличающихся особенно значительным интервалом яркости, применяют проявители с большой буферностью и удлинённым временем проявления. Проявитель должен иметь большое количество проявляющего, противобуллирующего и сохраняющего веществ и малое количество щелочи, за счёт которой длительность проявления устанавливается в пределах 1—10 ч. При этом обязательно энергичное разрушение пограничного слоя.

48. Поверхностное и глубинное проявление. При экспонировании фотослоя на поверхности и внутри микрокристаллов галогенного серебра образуются центры скрытого изображения (ЦСИ), которые распределяются по всему объёму кристаллической решётки, а концентрация их уменьшается в направлении от поверхности к центру. При малых экспозициях от теней объекта ЦСИ возникают на поверхности микрокристалла (поверхностные ЦСИ) и почти не возникают внутри, отчего на фотослое при проявлении образуются малые плотности. При больших экспозициях от светов ЦСИ распространяются на всю глубину микрокристаллов (глубинные ЦСИ) и при проявлении образуют значительные плотности почернения. При некоторых фотографических явлениях эти глубинные ЦСИ играют значительную роль.

Необходимость исследования различных фотографических явлений привело к методике обработки, позволяющей разделять поверхностные и глубинные ЦСИ. Для этого определились три вида растворов: *первый* — поверхностный проявитель, не имеющий веществ, растворяющих галогенное серебро и проявляющий только наружные ЦСИ; *второй* — отбеливающий раствор, растворяющий поверхностные ЦСИ с возможностью после этого воздействовать на глубинные ЦСИ; *третий* — глубинный проявитель с растворителем галогенного серебра, позволяющим разрушать поверхность микрокристаллов с имеющимися на ней и наружными ЦСИ для обнажения глубинных ЦСИ и их проявления.

В качестве *поверхностного проявителя* применяют безсульфитные растворы оксифенилглицина и пирокатехина с содой. Для разделения поверхностных и глубинных ЦСИ наиболее эффективным проявляющим веществом является глицин.

Глубинным проявителем является энергичный метол-гидрохиноновый проявитель с содой и тиосульфатом натрия для растворения галогенного серебра с целью удаления поверхностных ЦСИ и последующего проявления глубинных.

Первоочередность применения того или другого проявителя определяется необходимостью проявления вначале глубинных или поверхностных ЦСИ (теней или светов). Поверхностный проявитель воспроизводит одновременно и тени и свет при малой общей плотности фотослоя, а глубинный проявляет вначале свет, а затем тени при плотности, зависящей от экспозиции. Практически все применяемые проявители обладают промежуточным действием с одновременным проявлением светов и теней, и эффективны только для толстослойных фотоматериалов. При обработке относительно тонких слоёв различия между двумя типами проявителей нет и все они считаются поверхностными. В общей фотографии поверхностными проявителями являются метоловые и метол-гидрохиноновые с едкой щелочью. Для них обра-

ботка характерна коротким индукционным периодом, после которого почти одновременно проявляются тени, полутона и света, а изображение распределяется в основном по поверхности микрористаллов. Глубинными являются гидрохиноновые проявители с поташом.

Отбеливающий раствор состоит из смеси серной кислоты и двуххромовокислого калия. Для каждого типа фотослоя поверхностные и глубинные ЦСИ можно разделить при соответствующей концентрации отбеливающего раствора, но соотношение его компонентов не критично.

49. Проявление с одновременным фиксированием. Проявление-фиксирование — одноступенный (однованный) негативный процесс как одно из средств сокращения времени обработки. Проявление негативов этим способом (монованной) заменяет одной операцией три последовательных стадии обработки: проявление, стоп-ванну и фиксирование. Проявители называются фиксирующими (ФП). Процесс характерен автоматизмом обра-

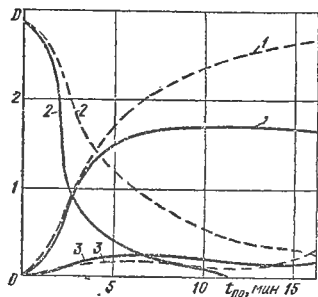


Рис. 62. График изменения плотности изображения (кривые 1), остаточного галогенного серебра (кривые 2) и вуали (кривые 3); — при проявлении с фиксированием, — при обычном проявлении с последующим фиксированием

ботки — полным восстановлением металлического серебра негативного изображения и параллельно с ним полным растворением незасвеченного галогенного серебра. При этом исключается перепроявление фотослоя, уменьшается критичность к изменению температуры и улучшается гидромеханический режим. Вначале однованного процесса быстро достигаются оптимальные плотности изображения и вуали, не изменяющиеся в течение всей обработки.

Отличительной особенностью является применение в одном растворе (монованне) проявляющего вещества и тиосульфата натрия (или аммония). Проявление с фиксированием отличается большим, но определенным количеством тиосульфата натрия для уравнивания процессов проявления и фиксирования. Определяющим условием такой обработки является в каждый момент процесса опережение проявления перед фиксированием в таком соотношении, чтобы не растворялось засвеченное галогенное серебро фотослоя. Если фиксирование протекает медленнее нормы, то существует опасность перепроявления, если быстрее — опасность растворения экспонированного галогенного серебра, формирующего изображение. На рис. 62 показаны сравнительные кривые изменения параметров фотослоя при обработке трехванным (обычным) и однованным способом.

Недостатками проявления с фиксированием являются: плохая стабильность раствора, повышенная вуаль и потеря светочувствительности фотослоя (примерно в два раза). Понижение светочувствительности происходит за счет растворения тиосульфатом натрия поверхностного слоя экспонированного галогенного

серебра в начальный (индукционный) период проявления. При этом наружные участки фотослоя, получившие малую экспозицию, из проявления выпадают и для компенсации светочувствительности необходимо увеличение экспозиции при съемке. Получающиеся при этом растворении продукты реакции препятствуют проникновению в глубь фотослоя тиосульфата, а проявляющие вещества начинают проявление сильно экспонированных участков фотослоя.

Вуаль увеличивается от восстановления металлического серебра из растворенных серебряных комплексов раствора. Уменьшить ее рост можно увеличением концентрации тиосульфата натрия (при этом светочувствительность уменьшается еще больше), или введением в раствор йодистого калия, 6-нитробензимидазола или бензотриазола (до 1 г/л).

Однованным способом обрабатывают как фотопленки, так и фотобумаги. Для каждого вида и типа фотоматериала рецепт монованны должен быть индивидуальным с подбором состава опытным путем. Негативы могут быть обработаны в двух типах проявителей с введением дополнительных веществ: в обычном (метол-гидрохиноновом) и в алюминатном.

В *метол-гидрохиноновый проявитель* с временем проявления 4—8 мин вводят 4—6 г едкого натра и 50—175 г/л тиосульфата натрия кристаллического. Чем энергичнее исходный проявитель, тем больше прибавляют тиосульфата натрия для правильной сбалансированности проявления и фиксирования.

Алюминатный раствор — это тот же метол-гидрохиноновый проявитель, в который вводят алюминиевые квасцы (алюминат калия или натрия) и едкий натр для поддержания постоянной щелочности. Алюминатные монованны более стабильны и меньше размягчают фотослой.

Монованны ФП для проявления фотопленок

	ФП-1	ФП-2
Сульфит натрия, г	30	50
Гидрохинон, г	6	5
Глицин, г	—	10
Амидол, г	—	15
Фенидон (метилфенидон), г	0,4	—
Сода, г	—	40
Натр едкий, г	6	—
6-нитробензимидазол (5%-ный раствор), мл	—	8
Тиосульфат натрия, г	130*	100
Формалин (40 %-ный раствор), мл	2	—
Вода, л, до	1	1
pH раствора	12	9,5
T _{пр} , °C	22	20
t _{пр} , мин	6	6

* При обработке фотопленки «Фото-130» количество тиосульфата уменьшить до 100 г.

Монованны алюминатные. При составлении раствора с введением едкого натра выпадает осадок студенистого гидрата окиси алюминия, который под действием прибавляемого избытка едкого натра превращается в алюминат калия (натрия), растворимый в воде. Проявитель ФП-4 повышает вуаль меньше.

	ФП-3	ФП-4
Метол, г	1,5	—
Сульфит натрия, г	25	50
Гидрохинон, г	13,5	15
Метилфенидон, г	—	10
Квасцы алюмокалиевые, г	8	18
Натр едкий, г	9	18
Тиосульфат натрия, г	30	60—110
Бензотриазол, г	1	—
Калий бромистый, г	6,7	—
Вода, л, до	1	1
$t_{пр}$, мин	3—5	3—4,5

Упрощенная монованна для катушечных фотопленок «Фот-65» без противовуалирующего вещества. Раствор составляют непосредственно перед работой. Промывают пленку в течение 1—2 мин. С применением пополнителя (50—60 мл свежего раствора после проявления каждой пленки) в 1 л раствора можно обработать не менее 15 фотопленок.

Сульфит натрия, г	50	Натр едкий, г	4
Гидрохинон, г	12	Тиосульфат натрия, г	110
Метилфенидон, г	4	Вода, л, до	1
		$t_{пр}$, мин	4—6

Амидол-гидрохиноно-глициновые проявители с фиксированием обеспечивают сохранение светочувствительности и мелкое зерно негативного изображения. Характерны активностью, сохраняемостью и длительным сроком действия. ФП-5 проявляет менее контрастно.

	ФП-5	ФП-6
Сульфит натрия, г	50	30
Амидол, г		15
Гидрохинон, г		5
Глицин, г		10
6-нитробензимидазол (5 %-ный раствор), мл		8
Сода, г	50	—
Натр едкий, г	—	20
Тиосульфат натрия, г	100	—
Тиосульфат аммония, г	—	50
Вода, л, до	1	1
$t_{пр}$, мин	5—6	4,5—6

Однованный способ проявления фотопленки «Микрат-300». В зависимости от состава монованны и температуры проявления время обработки составляет 1 или 5 мин. Получаемые при этом значения светочувствительности и вуали практически не отличаются от стандартной обработки в контрастном («Микрат») или стандартном (СТ-1) проявителях [19]. Характерной особенностью монованн для пленок «Микрат-300» является хорошая сохраняемость растворов в течение 4—6 сут и малая истощаемость. Обработка пленок в зависимости от температуры может быть медленная и скоростная с достижением $\gamma = 2...3$.

Операция	Медленная ванна	Скоростная ванна
	при 20 °С	при 60 °С
Проявление-фиксирование	3 мин	30 с
Промывка	1 мин	15 с
Сушка	1 мин	15 с
Общее время обработки	5 мин	1 мин

Монованна «Микрат» медленная при $T_{пр} = 20 \pm 1^\circ \text{C}$

	ЛИКИ-1	ЛИКИ-2
Метилфенидон, г	0,7	0,4
Гидрохион, г		15
Сульфит натрия, г		30
Натр едкий, г		20
Тиосульфат натрия, г	100	80
Формалин (37 %-ный раствор), мл	2	—
Вода, л, до		1
γ	2	2,5
$D_{мин}$	0,08	0,07
$S_{0,85}$, ед. ГОСТ		10

Монованна «Микрат» скоростная при $T_{пр} = 60 \pm 1^\circ \text{C}$

	ЛИКИ-3	ЛИКИ-4	ЛИКИ-5
Метилфенидон, г	1	0,7	0,7
Гидрохион, г	10	10	15
Сульфит натрия, г	60	40	40
Натр едкий, г	10	10,5	15
Тиосульфат натрия, г	300	290	250
Формалин (37 %-ный раствор), мл	5,6	5	5
Фенилмеркаптотетразол, г	1,5	1	1
γ	2	2,5	3
$D_{мин}$	0,06	0,07	0,08
$S_{0,85}$, ед. ГОСТ	8	8	12

Монованна для фотобумаг Унибром. Новобром. Фотобром. Фотопечать следует вести на фотобумагах нормальной контрастности. При печати с мягких негативов позитивное изображение получается с несколько усиленным контрастом, с контрастных — с некоторым смягчением, с нормальных — с нормальным контрастом. Промывка 4—5 мин.

Сульфит натрия, г	50	Тиосульфат натрия, г	70
Гидрохион, г	12	Вода, л, до	1
Метилфенидон, г	2	$t_{пр}$, мин	1—2
Натр едкий, г	7		

50. Физическое проявление — способ получения сверхмелкого зерна. В отличие от обычного (химического) проявления в этом способе металлическое серебро изображения образуется

из засвеченного галогенного серебра фотослоя, а из раствора физического проявителя, содержащего соль серебра AgNO_3 . Металлическое серебро, восстановленное проявляющим веществом раствора из этой соли, осаждается на центрах скрытого изображения фотослоя: на участках с малой экспозицией — меньше, с большей экспозицией — больше. Существует два способа физического проявления: до и после обработки экспонированного фотослоя в фиксаже. Наиболее распространено физическое проявление после фиксирования, так как удобно наблюдать за процессом проявления. Съемочную экспозицию фотослоя увеличивают в 4—8 раз.

При физическом проявлении до фиксирования металлическое серебро осаждается на ЦСИ в присутствии незасвеченного и неудаленного фиксированием галогенного серебра фотослоя. Поскольку проявитель содержит сульфит натрия и растворение им галогенного серебра протекает в процессе проявления, то в образовании конечного серебряного негативного изображения участвует и галогенное серебро фотослоя, и введенная в проявитель растворенная соль серебра AgNO_3 . Физическое проявление до фиксирования применяют при усилении готовых негативов, для обработки ядерных эмульсий и в мокроколлоидном процессе полиграфии. Применяют два варианта обработки.

Первый вариант проявления до фиксирования. Перед обработкой готовят и смешивают два раствора. Для предупреждения образования плесени добавляют одну-две капли карболовой кислоты.

Первый раствор	Второй раствор
Метол, г 20	Азотнокислое серебро, г . . . 2,5
Лимонная кислота, г . . . 100	Вода, мл 150
Лимоннокислый натрий, г . . 15	
Вода, мл 200	

Второй вариант проявления до фиксирования. Предварительная обработка фотослоя в растворе йодистого калия позволяет несколько уменьшить передержку при съемке с сохранением качества мелкозернистости. Последовательность операций следующая.

Обработка 2—3 мин в растворе йодистого калия:

Йодистый калий, г 10	Формалин (10 %-ный), мл . . 10
Сульфит натрия, г 30	Вода, л, до 1

Промывка 1—3 мин.

Физическое проявление 40—80 мин в проявителе:

Сульфит натрия, г 7	Амидол, г 0,5
Азотнокислое серебро, г 1	Вода, мл 350
Тиосульфат натрия, г 11	

При составлении этого проявляющего раствора в 150 мл воды растворяют сульфит. В 50 мл воды отдельно растворяют азотнокислое серебро и вливают в раствор сульфита, перемешивая до растворения осадка. Полученный раствор доливают водой до объема 350 мл и растворяют тиосульфат натрия. Амидол растворяют последним.

Фиксирование 3—5 мин в кислом фиксаже.

Промывка 10 мин.

При физическом проявлении после фиксирования в прозрачном на вид фотослое остаются только невидимые глазом ЦСИ, воспринимающие на себя восстановленное раствором азотнокислого серебра металлическое серебро. Фиксирование перед проявлением проводят в нейтральном или щелочном фиксаже с прибавлением к нему 10 мл аммиака или 40—50 г сульфита натрия безводного на литр раствора. Фиксируют 3—5 мин и тщательно промывают фотослой в 3—5 сменах воды, подщелоченной аммиаком. Затем фотослой высушивают и проявляют в физическом проявителе на свету. Проявитель готовят из двух растворов, смешиваемых перед работой.

Первый раствор

Второй раствор

Сульфит натрия, г	45	Сульфит натрия, г	2
Азотнокислое серебро, г	2	Парааминофенол (основание), г	2
Вода, мл, до	250	Вода, мл	100

Получаемые в обоих способах негативные изображения не идентичны, поскольку не все ЦСИ одинаково доступны для осаждения на них металлического серебра. При способе проявления до фиксирования металлическое серебро с трудом проникает через незасвеченное галогенное серебро к ЦСИ, что удлиняет время обработки. При способе проявления после фиксирования возможно растворение микрокристаллов экспонированного галогенного серебра, получивших малую экспозицию, вследствие чего негативное изображение может потерять детали в глубоких тенях, что требует увеличения экспозиции при съемке.

Характерной особенностью физического проявления является значительное время обработки и необходимость нескольких смен проявляющего раствора (через каждые 0,5—1 ч), поскольку серебряная соль AgNO_3 быстро окисляется. Негативы после проявления получаются с тонкой структурой изображения, исключительно мелким зерном и несколько повышенной вуалью. Существенным недостатком физического проявления является нестабильность проявителя, так как восстановление серебра в растворе из соли AgNO_3 происходит независимо от того, проявляется в нем фотослой или нет. По этой причине проявляющий раствор готовят непосредственно перед опусканием в него фотослоя.

51. Проявление с отбеливанием фотослоя (голокопия) применяют для расширенного тоновоспроизведения негативного изображения объекта съемки, имеющего увеличенный интервал яркости. Слово голокопия происходит от греческого слова *holos* — полный, весь. Процесс характерен отбеливанием металлического серебра проявленного фотослоя с переводом его в хлористое с получением оптических плотностей, пригодных для фотопечати. Контрастность отбеленного негатива относительно серебряного значительно уменьшается за счет молочно-белого цвета хлористого серебра, плотные слои получают градацию, передача теней улучшается.

Расширенная градация потемнений хлористого серебра объясняется тем, что его микрокристаллы, поглощая фиолетовые и синие лучи копировального при печати света, повышают оптическую плотность негатива, улучшая его эффективную печатную

способность. Отбеленный негатив можно проявить (второе проявление) и промыть без фиксирования, получив оригинальный первоначальный негатив из металлического серебра. Полученное голокопией негативное изображение из хлористого серебра дает примерно на 30 % больше информации об объекте относительно обычного негатива с некоторым улучшением зернистости изображения.

С отбеленного негатива лучше всего проводить проекционную печать, диафрагмируя объектив фотоувеличителя для повышения контраста позитивного изображения [19]. При контактной печати с такого негатива позитив получается преувеличенно мягким. Если после отбеливания потемнения хлористого серебра слабы, то их можно усилить дополнительным облучением светом ртутных ламп или других аналогичных источников, по-

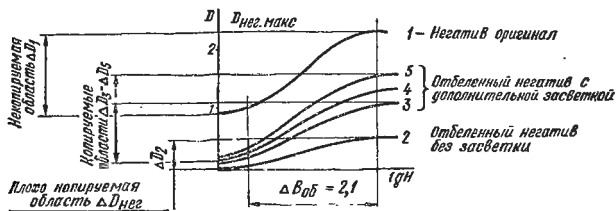


Рис. 63. Характеристические кривые негатива в процессе голокопии: кривая 1 — для негатива-оригинала при максимальных значениях гаммы и высшей плотности, проявленного контрастно; кривая 2 — отбеленного негатива; кривые 3, 4 и 5 — отбеленных и засвеченных негативов

скольку чувствительное к этим лучам хлористое серебро восстанавливает часть металлического, создавая некоторую дополнительную оптическую плотность с повышением контраста. Голокопию применяют в трех вариантах.

Первый вариант голокопии применяют для исправления чрезмерно плотных переэкспонированных или перепроявленных негативов, непригодных для печати. Вначале проводят размачивание негатива в воде (20—30 мин), а затем отбеливают. С получением пятен отбеленный негатив следует повторно контрастно проявить (СТ-1, УП-2), промыть и заново отбелить. С исправленных голокопией старых негативов можно получить позитивное изображение приемлемого качества при печати на контрастных фотобумагах.

Второй вариант голокопии применяют для относительного выравнивания плотностей негатива при заведомо известной съемке контрастно освещенных объектов. Фотоматериал при съемке переэкспонируют в два—четыре раза, контрастно проявляют (СТ-1, УП-2) и отбеливают.

Третий вариант голокопии применяют для улучшения тоновоспроизведения негатива его дополнительной засветкой УФ светом после отбеливания. При этом способе увеличивают съемочную экспозицию в два — четыре раза, проявляют негатив контрастно, отбеливают и засвечивают фотослой равномерным УФ светом оптимально выбранной опытным путем дозой. На рис. 63 показаны ХК обработанного голокопией негатива. Кривая 1 получена при увеличении съемочной экспозиции в четыре раза и про-

явления пленки «Фото» контрастно в проявителе СТ-1 до $\gamma = 0,8...1$. Кривая 2 получена после отбеливания. У нее значительно понижен интервал оптической плотности, однако включает всю градацию тонов объекта съемки. Для печати с такого негатива необходима оособоконтрастная фотобумага. Кривые 3, 4 и 5 получены при засветке отбеленного фотослоя светом ртутных ламп в течение соответственно 30 мин, 1 и 2 ч. Кривые показывают, что дополнительная засветка приводит градацию потемнений хлористого серебра к интервалу плотности, позволяющему эффективно воспроизводить полный интервал относительных яркостей объекта съемки на фотобумагах нормальной контрастности. Источник и дозировку засветки определяют опытным путем. При этом высшие света, увеличенные съемочной передержкой и засветкой получают в негативе достаточные оптические плотности, пригодные для фотопечати.

Растворы для голокопии состоят из любого контрастно работающего проявителя, например СТ-1, УП-2, Микрат [19] и отбеливателя. Отбеливатель имеет следующий состав:

Медь сернокислая кристаллическая, г	100
Натрий хлористый, г	100
Серная кислота концентрированная (пл. 1,28), мл	25*
Вода дистиллированная или кипяченая, л, до	1

* Кислоту вливают в воду, а не наоборот!

52. Проявление при средних, низких и высоких температурах. Температурный диапазон обработки условно разделяют на пять областей, из которых обычную обработку проводят в области средних температур, придерживаясь нормальной (20 °C). Пониженные температуры относятся к низким, сверхнизким и особонизким областям (арктические условия обработки), повышенные к высоким и сверхвысоким (тропические условия обработки).

Температурные области фотографической обработки, °C

Особонизкие	Сверхнизкие	Низкие	Средние	Высокие	Сверхвысокие
—40...—16	—15...—1	0...15	16...24	25...35	36...70

Нормальная температура обработки принята стандартом. На нее рассчитаны все процессы химико-фотографической обработки. Температура от 19 до 16 °C считается пониженной, от 21 до 24 °C — повышенной. В средней области температур проводят обработку обычными проявителями, но с корректировкой времени проявления. При невозможности соблюдения нормальной температуры по различным причинам применяют термостатирующие устройства, а при отсутствии их предусмотрена рецептура специальных фотографических растворов, предназначенных для определенных температур и фотоматериалов. Названия проявителей «арктические» (до —40 °C) и «тропические» (до 70 °C) приводятся в старой фототехнической литературе.

Проявление при нормальной температуре (20 °C). Для проявления черно-белых фотоматериалов отклонение от нормальной температуры не должно превышать ± 1 °C. Эта величина относится к погрешностям термометров. Для проявления цветных материалов (первого черно-белого у обрабатываемых

материалов и цветного) отклонение установлено $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$. Большое отклонение заметно отражается на цветопередаче и создает нестабильность цветной обработки. Во всех случаях проявления следует знать погрешности применяемых термометров и вносить соответствующую поправку в их показания. При этом следует учитывать, что спиртовые термометры инерционны, требуют относительно ртутных длительного времени установки показаний и нежелательны для применения особенно при цветной обработке. Поддержание постоянства температуры может быть осуществлено водяной баней или установкой стабильной температуры в помещении.

Проявление при средних температурах ($16-24^{\circ}\text{C}$) относится к обработке при нормальных условиях, в которых по какой-либо причине невозможно поддерживать постоянство нормальной температуры 20°C . В таких случаях рецептура обычных применяемых растворов не изменяется, а корректируется лишь время обработки соответственно имеющейся температуре раствора. При пониженных и повышенных температурах наиболее практичны проявители с низким значением щелочности, считающиеся температурно-универсальными: Д-23, Д-20, ДК-20, Д-25 и Д-76. Для черно-белых проявителей время проявления можно корректировать, придерживаясь следующих данных:

Температура проявителя, $^{\circ}\text{C}$	Для метоловых	Для метол-гидрохиноновых	Для ОРВО
15	+25 %	+30 %	—
18	+10 %	+10 %	+20...+25 %
20	0	0	0
22	-15 %	-15 %	-15...-20 %
25	-25 %	-35 %	-40...-50 %

Проявление при низких температурах (от 15 до 0°C) характерно значительно увеличенной длительностью и применением растворов с едкими щелочами, ускоряющими процесс. После проявления фотослой обрабатывают в стоп-ванне в течение не менее 1 мин. Фиксирование проводят в быстром (с хлористым аммонием) недубящем фиксаже (124) в течение времени: при 15°C — 4 мин, при 5°C — 8 мин. Промывают в проточной воде не менее 30 мин. При составлении проявителей едкий натр растворяют [отдельно в 150—200 мл воды и добавляют в раствор, медленно приливая малыми порциями при помешивании. Для обработки при низких температурах могут быть рекомендованы следующие проявители.

Проявитель СТ-1 [19]. В него добавляют 30 %-ный раствор едкого натра или 40 %-ный раствор едкого кали в количестве: 10 мл при 15°C , 20 мл при 10°C , 35 мл при 5°C . Продолжительность проявления относительно обработки при 20°C увеличивают на 20 %. Активность проявителя корректируют увеличением дозировки щелочи.

Гидрохиноновый проявитель. Время проявления 2 мин при 20°C , 3 мин при 15°C , 18—20 мин при 0°C .

Гидрохинон, г	23	Калий бромистый, г	15
Сульфит натрия, г	45	Вода, л, до	1
Натр едкий, г	20		

Проявление при сверхнизких температурах (от -1 до -15°C). Внимание уделяют устранению замерзания воды в растворах и фотослое. Часть воды заменяют этиленгликолем от 25 до 50 % по объему. Смесь воды со спиртом образует незамерзающую жидкость (антифриз), в которой хорошо растворяются фотохимикаты. При опасности замерзания во время хранения в растворы дополнительно вводят 25 % этиленгликоля по объему с удвоением времени последующей обработки. После проявления фотослой обрабатывают в стоп-ванне: вода — 750 мл, уксусная кислота ледяная — 10 мл (или 40 мл 28 %-ной), этиленгликоль — 250 мл. Фиксирование проводят в быстром недубящем фиксаже (124) с введением 250 мл этиленгликоля на 1 л раствора. Время фиксирования: 120 мин при -1°C , примерно 180 мин при -15°C . Промывают по 10 мин в пяти сменах воды с введением 250 мл этиленгликоля на 1 л общего объема промывного раствора. Далее следует спиртовая обработка до 5 мин перед сушкой.

Гидрохиноновый проявитель с этиленгликолем

Вода, мл	500	Этиленгликоль, мл	250
Сульфит натрия, г	30	Вода, л, до	1
Гидрохинон, г	60	$t_{\text{пр}}$ при -1°C , мин	9
Натр едкий, г	25	$t_{\text{пр}}$ при -15°C , мин	30
Калий бромистый, г	20		

Проявление при особонизких температурах (от -15 до -40°C) проводят в энергичном амидол-пирокатехиновом составном проявителе с 50 % этиленгликоля по объему раствора. Готовят растворы А и Б. Вследствие быстрого окисления амидола растворы составляют и смешивают перед применением. При помешивании в 500 мл этиленгликоля малыми порциями вливают раствор Б, а затем раствор А. Время проявления: 100 мин при -15°C , 160 мин при -20°C , по пробе — при -40°C . Обработка в стоп-ванне отсутствует. Фиксируют в быстром (с хлористым аммонием) недубящем фиксаже с 50 % этиленгликоля по объему, время фиксирования 200 мин и более. Промывают по 15—30 мин в трех сменах воды с 50 % этиленгликоля. Далее следует спиртовая обработка 10—15 мин и сушка.

Амидол-пирокатехиновый проявитель

Раствор А

Раствор Б

Вода, мл	200	Вода, мл	200
Метабисульфит калия, г	25	Натр едкий, г	25
Амидол, г	10	Калий бромистый, г	4
Пирокатехин, г	10	Калий, йодистый, г	0,08
Бензотриазол, г	0,5	Вода, мл, до	250
Вода, мл, до	250		

Проявление при высоких температурах ($25\ldots 35^{\circ}\text{C}$) характерно сильным набуханием фотослоя. До настоящего времени наблюдалась опасность плавления желатины со снижением ее механической прочности. По сравнению с такими старыми современные фотоматериалы сильно задублены при их изготовлении и допускают относительно большие температуры обработки

фотослоя. При этом удобно применять параформ (параформальдегид) — твердую форму формальдегида, имеющую тот же состав, но утроенные молекулы $(CH_2O)_3$. Чаще всего для уменьшения набухания фотослоя в раствор вводят сернокислый натрий Na_2SO_4 . Для ориентировки приводятся количества этого вещества на литр проявителя, показывающие температуру появления признаков расплавления фотослоя.

Проявитель	Температура, °C
Метол-гидрохиноновый без Na_2SO_4	34
То же, +10 г Na_2SO_4	35
» +35 г Na_2SO_4	36
» +75 г Na_2SO_4	37
» +100 г Na_2SO_4	39
» +175 г Na_2SO_4	48—50*
» +250 г Na_2SO_4	65**
» +1000 г Na_2SO_4	80***

* Слой плавится, морщин нет.
 ** Слой начинает морщиться.
 *** Признаков плавления нет.

Проявление при сверхвысоких температурах (36... 70 °C) проводят в различных ускоренных и быстрых процессах специальной обработки узкого применения.

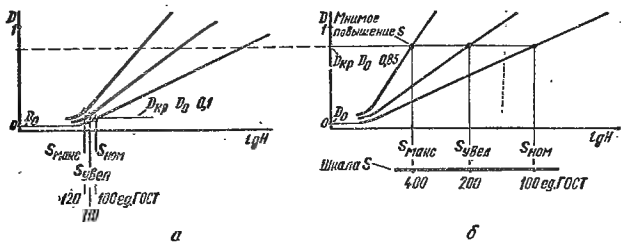


Рис. 64. Характеристические кривые негативной пленки с точками определения светочувствительности S :
 а — по критерию $D_{кр} = 0,1 + D_0$ (по ГОСТ); б — по критерию $D_{кр} = 0,85 + D_0$ (старый способ)

53. Проявление с повышением светочувствительности фотослоя — это обработка в нестандартном форсированном режиме, в котором выявляется предельный контраст данного негативного фотоматериала и повышается средняя плотность изображения с увеличением вуали и зернистости. При этом светочувствительность повышается лишь на 20—30 %, так как она основана технологией изготовления фотоматериалов и определяется при обработке по ГОСТ 10691.2—84 по критериальной плотности $D_{кр} = 0,1 + D_0$ (рис. 64, а). Слово «повышение» светочувствительности S , встречающееся в фототехнической литературе, относится к проявлению по старому ГОСТу, по которому S определялась по критериальной плотности $D_{кр} = 0,85 + D_0$ (плотность лица человека). В этом случае, как видно из рис. 64, б, при форсированном режиме с изменением наклона ХК резко

повышалось число S. Нестандартные проявители для обработки по старому ГОСТу в фотолюбительской практике назывались проявителями «повышающими» светочувствительность. Ниже приводятся несколько характерных рецептов, проявление в которых проводилось в форсированном режиме, обусловленном составом растворов, температурой и временем обработки.

Фенидон-гидрохиноновый проявитель. В 350 мл проявляют одновременно-последовательно четыре катушечных фотопленки без изменения времени проявления. Температура раствора 22 °С. При времени $t_{\text{пр}} = 4$ мин режим обработки нормальный, при $t_{\text{пр}} = 6 \dots 12$ мин — форсированный.

Сульфит натрия, г	100	Борная кислота, г	4
Гидрохинон, г	5	Калий бромистый, г	1
Бура, г	3	Вода, л, до	1
Метилфенидон, г	0,2		

Фенидон-гидрохиноновый малоконцентрированный проявитель. Температура проявления 22 °С. Время проявления 18—20 мин.

Сульфит натрия, г	50	Калий бромистый, г	0,5
Гидрохинон, г	2,5	Метилфенидон, г	0,1
Бура, г	2,5	Вода, л, до	1
Борная кислота, г	2		

Фенидон-глициновый проявитель. При разбавлении водой параметры негатива улучшаются. Применяют для фотопленок «Фото-130» и «Фото-250».

Сульфит натрия, г	90	Метилфенидон, г	0,3
Глицин, г	5	Вода, л, до	1
Сода, г	2	$t_{\text{пр}}$ без разбавления, мин . . .	18—20
		$t_{\text{пр}}$ при разбавлении 1:1, мин	30—35

Специальные выравнивающие проявители форсированного режима характеризуются малой концентрацией проявляющего вещества и высокой щелочностью раствора. Из таких проявителей характерны два: метоловый, разбавляемый водой 1:20, и пирокатехиновый, вследствие окисляемости составленный перед работой.

<i>Метоловый</i>		<i>Пирокатехиновый</i>	
Метол, г	4	Пирокатехин, г	2
Сульфит натрия, г	100	Натр едкий, г	1
Натрий фосфорнокислый трехзамещенный, г	80	Вода, л, до	1
Натрий хлористый, г	16	$t_{\text{пр}}$, мин	18—24
Калий бромистый, г	2		
Вода, л, до	1		

Проявители с гидразином. Их эффективность различна для разных фотоматериалов и велика для крупнозернистых фотослоев. Результаты проявления определяют по пробам. Недостатки: увеличение зернистости и вуали, уменьшение разрешающей способности, склонность к появлению фрикционной вуали.

Эффективность действия зависит от длительности выстаивания после приготовления: наименьшее 3—8 ч, рекомендуемое 24 ч. Применяют при некритичных требованиях к качеству изображения. Наиболее приемлемым является проявитель СТ-1 с увеличенным количеством сульфита натрия — до 50 г/л и добавлением к нему гидразина с бензотриазолом.

Метол, г	1	Гидразин, г	0,2
Сульфит натрия, г	50	Трилон-Б, г	0,2
Гидрохинон, г	5	Бензотриазол, г	0,1
Сода, г	20	Вода, л, до	1
Калий бромистый, г	1	$t_{пр}$, мин	6—8

Фенидон-парааминофеноловый проявитель. Составляют два раствора. Раствор А вливают в раствор Б медленно при помешивании и дополняют водой до объема 1 л. Рабочий раствор получают разбавлением составленного (запасного) раствора водой 1 : 100. Время проявления фотопленок: «Фото-32» и «Фото-65» — 5—9 мин, «Фото-130» и «Фото-250» — 10—20 мин. После проявления рабочий раствор выливают.

Раствор А

Раствор Б

Парааминофенол сернокис- лый, г	100	Едкий натр, г	50
Сульфит натрия, г	200	Метилфенидон, г	5
Гидрохинон, г	20	Вода, мл	200
Калий бромистый, г	6		
Вода, мл	600		

54. Быстрое проявление характерно несколько ухудшенными оптическими параметрами фотослоя, поэтому применяется в крупноформатной и документной фотографии при некритичных требованиях к качеству изображения. Не рекомендуется в малоформатной фотографии с фотоувеличениями, особенно в художественной. Быстрое проявление проводят за счет специальных проявителей и повышения температуры обработки. Благодаря хорошей задубленности современных фотоматериалов допускается температура до 60—70 °С при времени обработки от 5 с и более.

Быстрое проявление узких катушечных фотопленок типа «Фото». Отличается требованиями к механике и процедуре обработки, заключающимися в четкой безошибочной скорости проведения процесса, и предусматривает высокую технологическую организацию рабочего места, обеспечивающую малое время проявления. Лучшие технологические результаты дает машинное непрерывное проявление большого количества обрабатываемого фотоматериала.

Метол-гидрохиноновый быстрый проявитель Анско-64. При температуре 29 °С время проявления 2 мин.

Метол, г	2,5	Сода, г	8
Сульфит натрия, г	25	Калий бромистый, г	1
Гидрохинон, г	6,5	Вода, л, до	1

Фенидон-гидрохиноновый проявитель (для машинной обработки). Несколько повышает светочувствительность.

Гидрохинон, г	3	Сода, г	10
Метилфенидон, г	0,3	Калий бромистый, г	2
Сульфит натрия, г	100	Вода, л, до	1
		pH	$10 \pm 0,1$

Сенситометрические данные машинной обработки

Тип фотопленки	Режим проявления		Параметры фотослоя			
	$T_{пр}, ^\circ\text{C}$	$t_{пр}, \text{мин}$	S	L	D_0	$D_{\text{макс}}$
«Фото-32»	15	3	32	1,8	0,01	2,16
	20	1,5	50	1,8	0,01	2
	25	1	55	1,8	0,02	2,16
	30	0,75	55	1,8	0,02	2
	15	3	65	1,5	0,01	2,16
«Фото-65»	20	1,5	90	1,5	0,01	2,09
	25	1	90	1,5	0,01	2
	30	0,75	90	1,5	0,04	2
	15	3	110	1,5	0,01	2
«Фото-130»	20	2	140	1,5	0,03	2,17
	25	1,5	140	1,5	0,05	2,15
	30	0,75	140	1,5	0,07	2
	15	3	200	1,8	0,06	1,8
«Фото-250»	20	2,5	350	1,8	0,07	2
	25	2	350	1,8	0,14	2,2
	30	1	350	1,5	0,2	2

Быстрое проявление фотодокументных и крупноформатных материалов (листовых пленок и фотопластинок без фотоувеличения). Отличается увеличенным содержанием проявляющих и противобульерирующих веществ и большой щелочностью с введением едких щелочей ($\text{pH} \leq 13$). Для применения к различным фотоматериалам требуется пробная обработка. Применяют одnorазтворные и двухразтворные проявители с приведением параметров фотослоя до предельных значений.

Метол-гидрохиноновые проявители

	СД-26	СД-27	Д-82	П-1	П-2*
Метол, г	20	5	14	15	6
Сульфит натрия, г	60	90	55	50	40
Гидрохинон, г	20	45	14	15	8
Натр едкий, г	20	40	18	30	11**
Калий бромистый, г	10	10	9	1	3
Бензотриазол, г	—	1	0—1	—	0,1—0,7
Метилфенидон, г	—	—	—	—	0,8
Тиосульфат натрия, г	—	—	—	—	1,5
Вода, л, до	1	1	1	1	1
$T_{пр}, ^\circ\text{C}$	20	60	60	20	20
$t_{пр}, \text{с}$	60	5	5	40—50	30—60

* Дает улучшенные структурные характеристики.

** Применимо едкое кали в количестве 15 г.

Разные проявители

Амидол-
пирогаллоло-
вый

Метоловый Амидоловый

Метол, г	7	—	—
Сульфит натрия, г	20	—	—
Пирогаллол, г	—	—	25
Амидол, г	—	20	2
Бура, г	2	—	—
Метаборат натрия*, г	—	60	—
Борная кислота, г	14	—	—
Сода**, г	—	—	50
Нитробензимидазол, г	0,1	—	—
Калий бромистый, г	—	6	3
Вода, л, до	1	1	1
$T_{пр}$, °C	80	20***	26
$t_{пр}$, с	10—30	60	60

* $NaBO_2$.

** Моногидрат $Na_2CO_3 \cdot H_2O$.

*** Можно применять до 26 °C.

Двухрастворный быстрый проявитель. Фотоматериал проявляют в первом растворе, затем без ополаскивания переносят во второй. Обрабатывают с покачиванием кюветы. Время проявления считают от погружения в первый и до погружения во второй раствор. Соблюдение времени обработки во втором растворе не критично. Растворы меняют на свежие при помутнении и приобретении окраски. Придерживаются следующего режима:

Температура растворов, °C	18	21	25
Время обработки в каждом растворе, с	75	60	45

Проявитель

Первый раствор

Второй раствор

Метол, г	5	Сода, г	85
Сульфит натрия,	30	Вода, л, до	1
Гидрохинон, г	10		
Вода, л, до	1		

55. Проявление в концевтрированных проявителях (КП) проводят с целью решения двух задач при разбавлении: первая (как исключение) — получение проявителей нормального типа, вторая (основная) — получение одноразовых выравнивающих проявителей, как правило мелкозернистых. В обоих случаях КП служит для сокращения времени на составление растворов, стабильности рецептурного состава, меньшей степени окисляемости кислородом воды и воздуха при хранении, для удобства работы. Эти проявители на практике часто называют запасными. Их нельзя путать с концентрированными контрастно работающими проявителями.

При составлении КП концентрация раствора ограничивается его насыщением одним из входящих в рецепт фотохимикатов. Обычно КП содержат 2—4-кратную концентрацию требуемого рабочего проявителя. В основном КП применяют для получения медленно работающих выравнивающих мелкозернистых проявителей и для них характерны:

хорошая воспроизводимость результатов, поскольку рабочий разбавленный раствор одноразовый, а концентрированный одинаков для большого количества обрабатываемого фотоматериала;

варьирование выравнивания степенью разбавления;

исключение перепроявления при относительно длительном времени обработки;

быстрое приготовление рабочего раствора;

достаточная сохраняемость концентрированного проявителя.

Концентрированные проявители КП для обработки листовых фотопленок и пластинок. После проявления обязательно 3—5-минутная промывка перед фиксированием. Возможна обработка (с проверкой) узких катушечных фотопленок «Фото».

	Метол- глициновый КП	Фенидон- глициновый КП
--	-------------------------	---------------------------

Метол, г	17	—
Сульфит натрия, г	70	70
Метилфенидон, г	—	0,5
Поташ, г	200	200
Глицин, г	20	20
Вода, л, до	1	1

Степень разбавления и режим проявления

Проявитель КП	Количество КП, мл, на 500 мл воды	Время проявления, мин
Метол-глициновый	10	12—15
Фенидон-глициновый	5	18—20

Фенидон-гидрохиноновый проявитель для листовых фотопленок, фотопластинок и фотобумаг.

Сульфит натрия, г 50	Калий бромистый, г 2
Гидрохинон, г 12	Бензотриазол, г 0,2
Сода, г 60	Вода, л, до 1
Метилфенидон, г 0,5	

Степень разбавления и режим проявления

	Фото- пленки	Фото- пластинки	Фотобумаги при контакт- ной печати	проекцион- ной печати
Степень разбавления	1 : 7	1 : 3 — 1 : 5	1 : 1	1 : 3
Время проявления, мин	3—4	3—4	1	1,5—2

Проявитель Родинал (ОРВО RO9) — выравнивающий мелкозернистый для катушечных фотопленок. Допускает разбавление в широких пределах. Составляется из двух растворов со специфической методикой на *особо приготовленной воде*: дистиллированной хорошо прокипяченной (для удаления воздуха).

Парааминофенол, г 50
Калий метабисульфит, г 150
Вода (приготовленная), мл 500

Натр едкий, г 100
Вода (приготовленная), мл 300

Порядок составления Родинала. В раствор А вливают раствор Б следующим образом: вначале малыми порциями по 30—50 мл тонкой струйкой при помешивании. До полного расходования раствора Б (примерно 250 мл) смесь сильно разогревается, становится мутной и появляется игольчатый осадок (основание парааминофенола). По мере растворения раствора Б осадок растворяется и смесь становится прозрачной с красным оттенком. Особенно осторожно приливают последние 50—80 мл раствора Б, переходя в конце на добавление по каплям. Промежутки между каплями составляют доли минуты, а затем и минуты, доходя до нескольких. Смесь начинает светлеть, полное осветление наступает после добавления очередной одной или двух капель. 300 мл раствора Б может полностью и не раствориться, но его надо вводить до почти полного растворения игольчатого осадка. Лишнее приливание раствора Б приводит к порче проявителя, поэтому оставляют минимально возможное количество осадка нерастворенным. Если осадок все же растворился, в смесь добавляют примерно 0,25—0,35 г парааминофенола. Появившийся вновь осадок свидетельствует об отсутствии излишка щелочи (раствора Б) и доброкачественности проявителя. Закончить приготовление Родинала можно тремя способами:

первый — для обработки свежих, незавуалированных фотопленок смесь растворов А и Б дополняют *приготовленной водой* до объема 1 л;

второй — для завуалированных пленок готовят третий раствор В: приготовленная вода — 50 мл, калий бромистый — 5 г. В смесь растворов А + Б без дополнения ее приготовленной водой вливают раствор В, затем дополняют *приготовленной водой* до объема 1 л;

третий — для более длительного хранения и лучшей сохранности Родинала в смесь растворов А + Б или А + Б + В без дополнения их приготовленной водой добавляют раствор Г: приготовленная вода — 50 мл, натрий бензолсульфиновокислый — 0,2 г, затем дополняют *приготовленной водой* до объема 1 л.

Оканчивается приготовление Родинала охлаждением смеси и быстрой фильтрацией. Хранят Родинал в наборе посуды объемом по 30—100 мл, наполненной до крышки с резиновой прокладкой. При составлении Родинала можно вместо метабисульфита калия применить сульфит натрия. В этом случае едкий натр заменяют едким кали.

Для проявления Родинал разбавляют обычной питьевой водой и применяют один раз, после чего выливают.

Характеристика проявления фотопленок «Фото» проявителем Родинал

Проявление	Разбавление	Время проявления, мин
Быстрое	1 : 10	2—5
Контрастное	1 : 20—1 : 40	15—25
Нормальное	1 : 40—1 : 80	20—30
Мягкое	1 : 100	30—40

Разбавление проявителя	ОРВО NP-15 ОРВО NP-20	ОРВО NP-27
1 : 10 быстрый	—	—
1 : 40 контрастный	9—11	12—13
1 : 60 »	13—16	18—20
1 : 80 нормальный	18—22	24—26
1 : 100 мягкий	27—33	36—40
1 : 200 »	60—70	70—80

Глициновая кашаца. Методика приготовления: в 80 мл горячей воды при подогревании на водяной бане растворяют порциями 50 г сульфита натрия безводного. Затем постепенно при помешивании вводят 20 г глицина и потом небольшими порциями 100 г поташа. Глицин полностью растворяется в присутствии добавляемого поташа. В результате образуется кашцеобразная масса, в которую вливают воду до объема 150 мл. Хранят глициновую кашацу в стеклянных герметичных сосудах объемом 30—50 мл. Глициновую кашацу разбавляют: 1 : 10 — 1 : 15 — для проявления в кювете форматных материалов, 1 : 40 — 1 : 50 — для проявления в бачках катушечных фотопленок. Для устранения вуалеобразования на 1 л проявителя добавляют 0,1—0,5 г бромистого калия.

Метол-фосфатный проявитель (МФ). Рабочий раствор получают при разбавлении 1 : 10 — 1 : 20. Время проявления определяют по пробам, ориентировочно до 20 мин. Проявитель отличается малыми восстановительными свойствами при высоком рН раствора, что обуславливает его хорошее выравнивающее действие подобно Родиналу и глициновой кашаце. Нормальная концентрация бромистого калия 0,2 г/л. При 0,5 г/л время проявления составляет: при разбавлении 1 : 10 примерно 35 мин ($\gamma \cong 0,5$), при 1 : 20 примерно 60 мин ($\gamma \cong 0,4$).

Метол, г 4	Натрий хлористый, г . . . 16
Сульфит натрия, г 100	Калий бромистый, г . . . 0,2
Натрий фосфорнокислый трехзамещенный, г 80	Вода, л, до 1

Метоловый проявитель F X-I. Разбавление 1 : 10. Время проявления примерно удвоенное относительно указанного на упаковке фотоматериала, ориентировочно 12—18 мин.

Метол, г 5	Йодистый калий (0,001 %-ный раствор), мл 50
Сульфит натрия, г 50	Вода, л, до 1
Сода, г 25	

Гидрохинон-глициново-фенидоновый проявитель резкостий для катушечных фотопленок. Рабочий раствор составляют из смеси запасных растворов А и Б и воды. Температура проявления 22 °С. Для проявления в форсированном режиме (53) время проявления увеличивают,

Раствор А**Раствор Б**

Сульфит натрия, г	30
Гидрохинон, г	10
Глицин, г	12
Борная кислота, г	4
Бензотриазол, г	0,06
Вода, л, до	1

Сульфит натрия, г	30
Натрий фосфорнокислый трехзамещенный, г	120
Натрий фосфорнокислый двухзамещенный, г	25
Метилфенидон, г	1
Вода, л, до	1

*Данные объема раствора А + Б на 500 мл воды
для проявления пленок «Фото»*

Интервал яркости объекта съемки	Объем растворов А + Б, мл	Время проявления, мин
Узкий $\Delta B_{об} = 1,6$	25 + 25*	7—9
Средний $\Delta B_{об} = 2,1$	15 + 15**	10—12
Широкий $\Delta B_{об} = 2,5$	10 + 10***	13—15

* Контрастное проявление $\gamma > 0,65$.

** Нормальное проявление $\gamma \approx 0,65$.

*** Мягкое проявление $\gamma < 0,65$.

Метоловый проявитель с борной кислотой нормальный. Рабочий раствор получают разведением в 500 мл воды 25 мл раствора А и 25 мл раствора Б. Время проявления пленок «Фото-130» 13—16 мин. Время более короткое — для пленок относительно низкой, и более длительное — для пленок высокой светочувствительности.

Раствор А**Раствор Б**

Метол, г	6
Сульфит натрия, г	60
Борная кислота, г	4
Вода, л, до	1

Поташ, г	60
Вода, л, до	1

56. Проявление при недодержках и передержках съемочной экспозиции. Применяется в случае случайной или вынужденной съемки при очень малых или больших освещенностях. Различается для фотоматериалов двух групп. Первая — листовые фотопленки и фотопластинки, негативы которых предназначены для контактной фотопечати (копирования). Для их исправления применяют специальные немелкозернистые проявители, дающие обычное (относительно укрупненное) зерно, приемлемое при копировании. Вторая группа — 16-, 35- и 60-мм фотопленки, негативы которых подлежат фотоувеличению. Для них проявители первой группы, вследствие относительно крупного зерна, неприемлемы. При значительных передержках на узких фотопленках лучший способ исправления негативов — голокопия (51). При малых недодержках применяют обычные выравнивающие проявители с удлинением времени проявления, при больших — проявители с форсированной обработкой (53).

Исправление недодержек. При съемочных экспозиционных недодержках малые экспозиции от объекта съемки воспроизводят соответствующие плотности на нижнем криволинейном

участке ХК (рис. 65, а). При значительных недодержках эти плотности соизмеримы с вуалью. В этом случае в негативе прорабатываются с недостаточной плотностью только самые высшие яркости объекта (6, 7 и 8 поля серой шкалы на рисунке). Для исправления недодержек наиболее приемлемо использование проявителей, исправляющих форму ХК в нижней криволинейной области. С этой целью применяют форсированное проявление

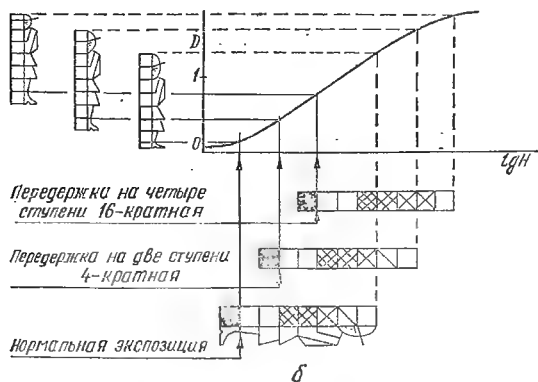
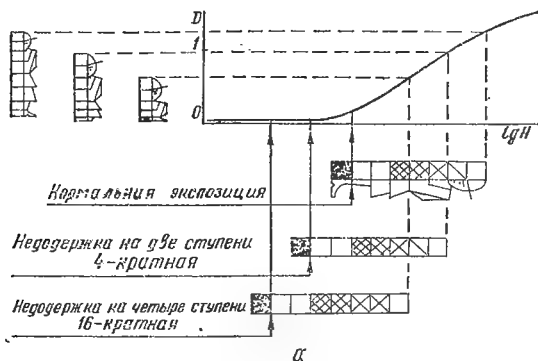


Рис. 65. Графическое распределение тонов объекта на сенситометрической характеристической кривой при недодержках (а) и передержках (б) при съемке стандартного объекта

ние высокоактивными проявителями с фенидоном, содержащими увеличенное количество проявляющего вещества и щелочи.

При двух—четырёх кратных (малых) недодержках необходимо повысить контраст только в тенях, не повышая его в светах, находящихся в области нормальной экспозиции ХК. Для этого проявляют в быстроработающем проявителе с разбавлением водой и добавлением щелочи.

При 8—16-кратных (больших) недодержках, когда почти все яркости объекта находятся в области вуали и на части нижнего криволинейного участка ХК, применяют специальные проявители, дающие в форсированном режиме проработку малых

экспозиций (53). Если при такой обработке исправление невозможно, то восстановить изображение можно, применив латенсификацию [19].

Проявители для недодержек. Метол-гидрохиноновые проявители. Обработывают 2—3 пленки «Фото».

	Проявитель-1	Проявитель-2
Спирт, мл	—	50*
Метол, г	14	
Сульфит натрия, г	52	
Гидрохинон, г	14	
Натр едкий, г	18	9
Калий бромистый, г	9	
Бензотриазол, г	0,2	—
Вода, л, до	1	1
$t_{пр}$, мин	4—6	

* Вводят для предупреждения выпадения метола в осадок. При его отсутствии проявитель менее энергичен.

Проявители с гидразином ПГ. Представляют собой сочетание энергичного проявителя с вводимой гидразинной добавкой. Применяют для технических съемок. ПГ-1 — стандартный проявитель СТ-1.

Проявитель ПГ-1	Гидразинная добавка к ПГ-1
Метол, г 1	Бензотриазол, г 1
Сульфит натрия, г 26	Гидразин сернокислый, г . . 0,2
Гидрохинон, г 5	Вода, мл 30
Сода, г 20	
Калий бромистый, г 1	
Вода, л, до 1	
$t_{пр}$, мин 8—16	

Проявитель ПГ-2	Гидразинная добавка к ПГ-2
Метол, г 2	Нитробензимидазол
Сульфит натрия, г 100	(0,1 %-ный раствор), мл . . 20
Гидрохинон, г 10	Гидразин солянокислый, г . . 1,6
Сода, г 50	Вода, мл 30
Калий бромистый, г 5	
Вода, л, до 1	
$t_{пр}$, мин 12—20	

Исправление передержек. Значительные съемочные экспозиции воспроизводят плотности негатива на верхнем изгибе ХК со значительным уменьшением контраста (рис. 65, б). Для исправления передержек применяют медленно работающие проявители, содержащие большое количество противовуалирующих веществ и пониженное количество щелочи (для уменьшения скорости проявления). Увеличение бромистого калия задерживает проявление больше в тенях, чем в светах. При этом плотности в светах получаются большими, а в тенях проявляются нормально. Негатив получается более контрастный. С приме-

нением бензотриазола и других аналогичных ему ПВВ в количестве 0,3—2 г/л проявителя получают приемлемые негативы при 16—20-кратной передержке.

Проявитель для передержек

Гидрохинон, г	7	Калий бромистый, г . . .	5
Сульфит натрия, г	25	Вода, л, до	1
Сода, г	12	$t_{пр}$ при 20 °С, мин . . .	4—6
		$t_{пр}$ при 10 °С, мин . . .	8—10

Исправление негативов с неизвестной экспозицией проводят при визуальном наблюдении за процессом (57). Для этого пользуются одновременно и последовательно тремя проявителями: первым — для исправления передержек, вторым — для нормальных экспозиций и третьим — для исправления недодержек. Исправление начинают обработкой в первом медленно работающем проявителе для передержек. Если одновременно появляются следы изображения теней и светов, то фотослой оказывается передержанным при съемке и проявление следует закончить в этом растворе. Если вначале появляются следы светов, а затем быстро проявляются полутени с нормальным увеличением плотности, то фотослой оказывается недодержанным при съемке и его следует перенести для обработки в третий раствор — проявитель для недодержек.

При неизвестной экспозиции первые следы изображения появляются у передержанных негативов, потом у негативов с нормальной экспозицией, а затем с недодержкой. Если передержанный фотослой вначале проявляется в обычном (нормальном) проявителе, то переносить его в проявитель для передержек не имеет смысла. В этом случае его переносят в 10 %-ный раствор бромистого калия и в нем заканчивают проявление, а уже потом переносят в проявитель для передержек.

57. Проявление с десенсибилизаторами применяют при необходимости наблюдения за процессом при актиничном свете (обычно для фотопластинок). Десенсибилизация — это расчувствление оптически сенсibilизированного фотослоя к зелено-желтым и красно-оранжевым лучам спектра. При обработке в растворах десенсибилизаторов (ДСБ) резко снижается светочувствительность фотослоев не только к этим лучам, но и к синим. Проникая в фотослой, ДСБ обволакивают кристаллы галогенного серебра и делают их нечувствительными к видимому свету и УФ излучениям. В качестве ДСБ наиболее применимы органические красители: феносафранин, пинокриптол зеленый и пинокриптол желтый.

Десенсибилизированные фотослои можно обрабатывать: панхроматические — при красном, ортохроматические — при желтом свете. Десенсибилизация катушечных 16-, 35- и 60-мм фотопленок применяется редко, вследствие трудности контроля за ходом проявления. ДСБ добавляют не ко всякому проявителю, поскольку они повышают вуаль. Однако с ДСБ применимы метоловые, метол-гидрохиноновые, глициновые, Родинал и другие аналогичные проявители. В гидрохиноновых проявителях ДСБ вызывает ускорение проявления. Пинокриптол зеленый вводят в растворы, имеющие гидрохинон не более 1 г/л. При предварительной десенсибилизации и в отдельном растворе время последующего проявления увеличивают на 15—25 %.

ДСБ применяют в растворе при концентрации от 1 : 1000 до 1 : 10 000 и перед применением разбавляют еще в 5—10 раз. Без разведения (при одноразовом применении) ДСБ берут примерно 0,1—0,3 г — пинокриптола зеленого и 0,7—1 г — желтого на литр воды или проявляющего раствора (определяют по пробам). ДСБ растворяют в малом объеме воды при температуре 50—60 °С, охлаждают и затем вводят в воду или проявитель.

Десенсибилизацию проводят двумя способами: введением ДСБ в проявитель и обработкой пленки (до проявления) в отдельном водном растворе. В первом случае приготовленные 20—30 мл раствора ДСБ вводят в 350—500 мл проявителя, после чего в темноте (или при неактиничном свете) в него погружают экспонированный фотоматериал, а через 1—3 мин продолжают проявление при актиничном свете (лучше всего светло-зеленом). Во втором случае в 350—500 мл воды вводят 20—30 мл раствора ДСБ и в течение 3—6 мин обрабатывают фотоматериал в темноте (или при неактиничном свете), после чего проявляют при актиничном свете. Плотность негатива считается нормальной, если со стороны подложки наблюдается след изображения.

Феносафранин снижает светочувствительность фотослоя практически до нуля ко всем лучам спектра, кроме синих и фиолетовых. К ним чувствительность снижается в сотни раз. Для исключения возможного появления плесени, в обрабатывающий раствор вводят 1—2 мл/л формалина. Феносафранин окрашивает негативы в красный цвет. Применяют редко.

Пинокриптол зеленый снижает светочувствительность фотослоя к желтым и оранжево-красным лучам примерно в 100 раз, а к зеленым — в 100—200 раз. Наиболее распространенным проявителем с пинокриптолом зеленым является метоловый. Ему свойственны быстрота проявления, мелкое зерно и хорошая выравнивающая способность. Состав проявителя для форматных фотоматериалов следующий:

Метол, г	1,75	Пинокриптол зеленый, г	0,07
Сульфит натрия, г	30	Вода, мл	350
Метабисульфит калия, г	2,5		

Пинокриптол желтый применяют только в отдельном водном растворе перед проявлением, так как на него влияет сульфит натрия проявителя и возможно сильное вуалирование.

58. Проявление с разбавлением нормального проявителя (НП) позволяет применить небольшое выравнивание плотностей изображения и более длительной обработкой создать безопасность перепроявления с улучшением других параметров. Разбавление НП приводит к уменьшению концентрации входящих в него веществ, при которой свойства НП меняются: с увеличением времени проявления светочувствительность немного увеличивается, а коэффициент контрастности и вуаль уменьшаются. Увеличиваются фотографическая ширина и разрешающая способность негатива с улучшением резкости проявленного изображения.

На эти параметры влияет степень разбавления водой. Если в НП мало щелочи и много сульфита натрия (например у СТ-2 и Д-76), то его можно разбавлять не более чем в 2—3 раза (1 : 1 — 1 : 2). Большее разбавление нецелесообразно, поскольку параметры негативов не улучшаются вследствие тормозящего действия относительно большого содержания сульфита и недостат-

ка щелочи. Если НП содержит относительно большее количество щелочи и меньше сульфита, то можно разбавлять его больше. Для получения в разбавленном НП большей ($\leq 20\%$) светочувствительности и рекомендуемого коэффициента контрастности время проявления увеличивают в 2—3 раза относительно номинального.

Разбавление стандартного проявителя СТ-2. Одну часть проявителя разбавляют двумя частями воды. Для обработки одной 35-мм фотопленки на один бачок берут 125 мл проявителя и 250 мл воды. Время проявления 8—15 мин. Разбавленный раствор (375 мл) позволяет проявить одновременно-последовательно две катушки пленки, после чего раствор выливают. С одним литром проявителя (считающимся запасным) можно обработать 16 фотопленок. При разбавлении 1:3—1:4 целесообразно обрабатывать фотопленки при съемке объектов с большим интервалом яркости. При этом выравнивание улучшается, количество обрабатываемых пленок увеличивается. Время проявления при разбавлении 1:4—12—20 мин.

59. Двухрастворное проявление. Обеспечивает постоянную активность, одинаковые результаты, исключение значительного перепроявления, экономичность растворов и относительно длительную сохранность. Дает возможность гибкого варьирования гаммой проявления. Основное преимущество этого способа заключается в том, что проявление носит поверхностный характер, вследствие чего уменьшается плотность участков негатива, получивших наибольшую экспозицию и повышается резкость изображения. В то же время хорошо прорабатываются детали в тенях. Применяется для выравнивания плотности негативного изображения и в некоторых случаях для быстрой обработки (54). Заключается в последовательной обработке в растворе проявляющего вещества и в растворе щелочи.

Первый раствор обработки содержит в основном проявляющее вещество с сульфитом натрия и служит для насыщения ими фотослоя. В первом растворе проявление может не происходить или происходить незначительно, так как в составе сульфита натрия очень мало щелочи (соды). В зависимости от концентрации раствора время насыщения фотослоя 1—60 мин. При большой концентрации проявляющего вещества и коротком времени насыщения сода сульфита практически не влияет на результат обработки, а при разбавлении первого раствора и значительной длительности насыщения сода сульфита влияет на процесс, в котором происходит медленное сильно выравнивающее проявление с получением очень тонких негативов, не требующее применения второго раствора. Однако такое длительное однорастворное проявление применяется редко, хотя имеет свои положительные стороны при большом содержании примеси соды в сульфите.

В большинстве случаев (и в основном) двухрастворное проявление применяется совместно с обработкой во втором растворе и дает хорошие результаты. При этом сульфит натрия первого раствора должен иметь квалификацию чистоты не хуже ЧДА, при которой содержание соды практически для фотографии сведено к минимуму. Присутствие соды в сульфите натрия и происходящий при ней процесс малоинтенсивного проявления, хотя и с малым количеством продуктов реакции, приводит к порче первого раствора при его хранении. Лучшим способом применения первого раствора является одновременно-последователь-

ная обработка большого количества фотоматериала или почасовое его израсходование для насыщения 1—3 фотопленок с последующим выливанием за негодностью.

Для сохранения качества первого раствора соду в его сульфите можно нейтрализовать. Для этого при приготовлении первого раствора отдельно готовят раствор сульфита и вводят в него несколько капель органического индикатора фенолфталеина. Слабая малиновая окраска указывает на присутствие в растворе соды, которую нейтрализуют 3 %-ным раствором метабисульфита калия, вливая его до исчезновения окраски.

Насыщенный в первом растворе фотослой обычно рекомендуют переносить во второй раствор без ополаскивания. Однако после первого раствора его лучше быстро (за 1—2 с) ополоснуть, при этом вода смывает поверхностный слой первого раствора. Несмытый раствор может создать на негативе подтеки, особенно при быстром двухрастворном проявлении. После ополаскивания реакция восстановления металлического серебра идет только за счет внутрислойного проявляющего вещества и создает более выравнивающее действие. Необходимость ополаскивания определяют опытным путем.

Второй раствор содержит щелочь: буру, соду, поташ или едкий натр. Перенесенный в него фотослой, получивший проявляющее вещество в первом растворе, проявляется и тем энергичнее, чем сильнее щелочь. При медленном выравнивающем проявлении с достижением малой гаммы проявления ($\gamma = 0,5 \dots 0,6$) применяют буру, для получения нормальных негативов ($\gamma = 0,65 \dots 0,8$) применяют соду или поташ, при контрастном проявлении ($\gamma \geq 1$) — едкий натр.

Проявление во втором растворе проходит за 1—5 мин. Поскольку в растворе проявляющего вещества нет, оно диффундирует в него из фотослоя, проявление постепенно замедляется и затем прекращается совсем, поэтому опасности перепроявления нет. Плотности фотослоя на негативе получаются соответственно съемочной экспозиции. Второй раствор загрязняется продуктами реакции проявления, поэтому он недолговечен и его часто заменяют свежим. Раствор с бурой обычно заменяют после обработки каждой единицы обрабатываемого фотоматериала. С другими щелочами раствор более долговечен.

Двухрастворный способ обработки допускает применение различных однорастворных проявителей, из которых щелочь выводят во второй раствор. Двухрастворные проявители дают меньшее зерно, хорошо выравнивают контраст яркостей объекта в плотностях негатива и уменьшают ореолы. Коэффициент контрастности с длительностью проявления увеличивается и может достигнуть максимального с повышением уровня вуали. Рецептура двухрастворных проявителей многочисленна, поскольку любой однорастворный проявитель при отделении от него щелочи может быть применен как двухрастворный. В первом растворе время обработки называют временем насыщения, во втором — временем проявления.

Двухрастворные метоловые мелкозернистые проявители различаются количеством метола в первом растворе и бурой или содой во втором. Различие состоит в степени выравнивания (значительного при малом количестве метола). Малое время обработки относится к пленкам низкой чувствительности, большое — высокой. Соду применяют иногда при малом содержании метола в первом растворе.

Метолосвые двухрастворные проявители

Первый раствор

Модификации

	1	2	3	4	5*
Метол, г	1	1,5—3	5	7,5—8	10
Сульфит натрия, г	100	100	100	100	40
Вода, л, до	1	1	1	1	1
Время насыщения, мин	2—10	2—10	2—10	5—10	2

Второй раствор (первый вариант)

Бура, г	10	10	10	10	—
Вода, л	1	1	1	1	—
$t_{пр}$, мин	5—10	5—10	4—5	4—5	—

Второй раствор (второй вариант)

Сульфит натрия, г	6	6	6**	—	—
Сода, г	15	15	15	—	—
Поташ, г	—	—	—	—	100
Вода, л, до	1	1	1	—	1
$t_{пр}$, мин	3—4	3—4	3	—	1

* Быстрый.

** Раствор сменяют после одновременно-последовательной обработки трех пленок.

Двухрастворный метол-гидрохиноновый мелкозернистый проявитель. Во втором растворе количество соды меняют для получения разной гаммы проявления.

Первый раствор

Второй раствор

Метол, г	5	Сода, г	10*
Сульфит натрия, г	100	Сульфит натрия, г	50
Гидрохинон, г	2	Калий бромистый, г	0,5
Сахар, г	100	Калий йодистый, г	0,01
Бисульфит натрия, г	5	Вода, л, до	1
Вода, л, до	1	$t_{пр}$, мин	3
Время насыщения, мин	3—10		

* Для $\gamma = 0,6$. Для получения $\gamma = 0,7 \dots 0,9$ количество соды 50 г.

Двухрастворный метол-гидрохиноновый быстрый проявитель для фотопластинок и листовых пленок. Может быть разбавлен для более медленного проявления.

Первая модификация проявителя

Первый раствор

Второй раствор

Метол, г	7	Сода, г	90
Сульфит натрия, г	30	Вода, л, до	1
Гидрохинон, г	7	$t_{пр}$, мин	1
Калий бромистый, г	3		
Вода, л, до	1		
Время насыщения, мин	1		

Вторая модификация проявителя

Первый раствор

Второй раствор*

Метол, г	5
Сульфит натрия, г	30
Гидрохинон, г	10
Время насыщения, с, для тем- пературы раствора:	
20—21 °С	60
18 °С	75
25 °С	45

Сода, г	85
Вода, л, до	1
Время проявления, с, для температуры раствора:	
20—21 °С	60
18 °С	75
25 °С	45

* Заменяют свежим после приобретения окраски.

Двухрастворный мелкозернистый проявитель Д-20*. После насыщения каждой пленки в первый раствор вводят по 20 мл наполнителя. Второй раствор разбавляют водой 1 : 9 и после обработки выливают.

Первый раствор

Наполнитель первого раствора

Второй раствор

Метол, г	5
Сульфит, г	100
Роданистый калий, г	1
Бромистый калий, г	0,5
Вода, л, до	1
Время насыщения, мин	6—20

Метол, г	7,5
Сульфит, г	100
Роданистый калий, г	5
Вода, л, до	1

Бура, г	25**
Вода, л, до	1
$t_{пр}$, мин	3—4
или	
Бура, г	2***
Вода, л	1
$t_{пр}$, мин	3—4

* Одноразовый проявитель приведен в (45).

** Для многократного применения. Буру можно заменить кодалком.

*** Для одноразового применения. Буру можно заменить кодалком.

Двухрастворный мелкозернистый проявитель Д-76

Первый раствор

Второй раствор

Метол, г	2
Сульфит натрия, г	100
Гидрохинон, г	5
Калий бромистый, г	1
Вода, л, до	1
Время насыщения, мин	3

Бура, г	50
Вода, л, до	1
$t_{пр}$, мин	3

Двухрастворный фенидон-гидрохиноновый проявитель. Можно разводить водой до 1 : 4. Время обработки по пробам.

Первый раствор

Второй раствор

Сульфит натрия, г	100
Гидрохинон, г	5
Метилфенидон, г	0,2
Вода, л, до	1

Бура, г	50
Вода, л, до	1

60. Комбинированное проявление в двух проявителях (двухвaihное проявление). Позволяет более полно воспроизво-

дить тональные градации изображения. При обработке применяют мягкое, а затем контрастное проявление. Мягкое малоактивное хорошо прорабатывает тени, получившие малую экспозицию, и недопроявляет света. В контрастном более энергичном проявителе допроявляются света, получившие относительно большую экспозицию, а уже проработанные тени свою плотность не нарачивают. В результате расширяется тоновоспроизведение объекта. Применяют в основном для фотобумаг. Для фотопленок эффективен мало.

61. Проявление с полиэтиленгликолем (ПЭГ) применяют для сильно завуалированных и долго хранившихся фотоматериалов. С применением ПЭГ структурные характеристики фотослоя несколько ухудшаются.

Проявители с ПЭГ при $t_{\text{гр}} = 6...12$ мин

	АСП-20*	СП-3И**	СП-47***	СП-Ф4*
Метол, г	5	5	5	—
Метилфенидон, г	—	—	—	0,5
Гидрохинон, г	6	6	6	6
Сульфит натрия, г	50	50	50	50
Сода, г	31	31	31	31
Калий бромистый, г	2	2	2	2
Бензотриазол, г	0,1	0,4	—	0,4
Фенилмеркаптотетразол, г	—	—	0,04	—
ПЭГ (Полиокс-100), г	1	1,5	1,5	1,5
Вода, л, до	1	1	1	1

* Универсальный, повышает светочувствительность при сохранении уровня вуали.

** Для устаревших завуалированных материалов, повышает контраст.

*** Для сильно завуалированных материалов, когда величина вуали препятствует их применению, светочувствительность не повышает.

**** Для малозавуалированных материалов.

62. Проявление фабричными проявителями и наборами. Порошковые наборы и жидкие проявители во флаконах выпускаются для получения растворов объемом 350, 500 и 1000 мл с наиболее распространенными проявляющими веществами: метолом, гидрохиноном, метилфенидоном и глицином. Сухие смеси в бумажных пакетах состоят из двух частей, изолированных друг от друга, так как при совместном содержании в одной упаковке они вступают в реакцию и приходят в негодность. Меньшая часть содержит проявляющее вещество и растворяется в первую очередь, большая — сульфитно-щелочную смесь. Содержимое пакета растворяют в меньшем, чем указано, объеме воды при температуре 30—40 °С и после полного растворения дополняют водой до указанного объема. При составлении обе части пакета лучше растворять в отдельных водах: меньшую часть в 100 мл, большую — в 200 мл воды. Затем объем меньшей части вливают в объем большей медленно при помешивании и дополняют водой до номинального объема.

Жидкие концентрированные проявители в стеклянных флаконах завода «Рианп» — для фотопленок и универсальный ПБ1к — для фотопленок и бумаг предназначены для значительного разбавления водой: для фотопленок 1 : 20 — 1 : 35, для фотобу-

маг — 1 : 10. Разбавление в меньшей пропорции недопустимо, так как возможно сильное перепроявление с потерей выравнивания, увеличения контраста и вуали.

Фабричные проявители делятся на негативные — для фотопленок «Фото» и некоторых пленок ФТ и универсальные — для листовых форматных пленок, пластинок и бумаг. Хранение ускоренного, концентрированного и фиксирующего проявителей — 1 год, остальных — 2 года. Проявители неоднозначны, имеют различные параметры и поэтому перед проявлением их выбирают по светочувствительности, разрешающей способности или вуали, величины которых могут незначительно изменяться в сторону улучшения или ухудшения от паспортных данных, т. е. в зависимости от обработки в стандартном проявителе СТ-2 [19].

Нормальные проявители. Проявитель СП (ПМ) — стандартный СТ-2 метоловый мелкозернистый выравнивающий. Для улучшения выравнивания контрастов объекта съемки можно разводить водой в соотношении 1 : 1—1 : 3 с соответственным удлинением времени проявления.

Проявитель ПМС — метол-сульфитный мелкозернистый. Допускает повышение температуры проявления до 26 °С, при которой время проявления сокращается вдвое. При этом повышение плотности вуали незначительно. Фотопленки не перепроявляет, разбавлению не подлежит.

Проявитель А — глициновый, медленно работающий, мелкозернистый, мягкий. Выравнивает ошибки при небольших завышениях съемочной экспозиции. Несколько понижает светочувствительность проявляемых пленок с повышением разрешающей способности. Зернистость и плотность вуали относительно малые.

Проявитель ПФ — фенидон-гидрохиноновый. Несколько повышает светочувствительность с ухудшением разрешающей способности и зернистости. Повышение времени проявления увеличивает вуаль.

Метоловый проявитель мелкозернистый. Несколько повышает светочувствительность с ухудшением разрешающей способности и зернистости.

Метол-гидрохиноновый мелкозернистый мягкий проявитель. При обработке параметры фотослоя аналогичны параметрам, полученным в стандартном проявителе СТ-2.

Проявитель ФП-1 фиксирующий. Проявляет фотослой с одномоментным фиксированием и не требует дополнительного закрепления. Выгоден для быстрой обработки, когда требования к получению параметров фотослоя не критичны. Нормально обрабатывает одновременно-последовательно не более трех пленок при нормальной съемочной экспозиции фотослоя. Каждую последующую пленку проявляют на две минуты дольше предыдущей. При недодержках применять ФП-1 не следует. Можно рекомендовать для проявления пленок «Фото-32» и «Фото-65» с незначительной потерей светочувствительности. Пленки «Фото-130» и «Фото-250» проявлять не следует вследствие относительно большего понижения светочувствительности. Структурные параметры при обработке фотослоев несколько ухудшаются. Раствор не сохраняется.

Универсальные проявители. Проявитель «Риап» жидкий концентрированный фенидон-гидрохиноновый для разбавления водой. Данные проявления катушечных фотопленок для объема воды 350 мл.

Проявление	Раствор «Риан», мл	Время проявления, мин	γ
Выравнивающее	18	15	0,5—0,6
»	7	20	0,5—0,6
Нормальное	7—10	20	0,6—0,7
Контрастное	18—20	20	0,7—0,8

Большое разбавление удлиняет проявление, малое — портит негатив. Для обработки фотобумаг берут 20 мл раствора «Риан» на 200 мл воды.

Проявитель ПС — стандартный СТ-1 метол-гидрохиноновый для обработки фотобумаг, фотопластинок и листовых форматов фотопленок. Зернистость обработанных фотослоев не допускает большого фотоувеличения. Позволяет разбавлять или наоборот удваивать концентрацию в одном объеме, приближающую его к проявителю УП-2.

Проявитель УП-2 ускоренный. При обработке дает нормальные параметры фотослоя, но несколько повышает вуаль. Выпускается в двух вариантах: метол-гидрохиноновый и фенидон-гидрохиноновый.

Проявитель УПК-1 таблеточный универсальный мелкозернистый. Имеет несколько модификаций. Предназначен для удобства работы в походных условиях. Несколько выравнивает плотности с незначительным повышением светочувствительности. При обработке фотобумаг работает мягко. Предназначен для одноразового применения.

Набор для обработки черно-белых фотопленок и фотобумаг состоит из фенидон-гидрохинонового проявителя и кислого фиксажа. Для защиты от влаги и воздуха сухие смеси расфасованы в полиэтиленовые пакеты, обеспечивающие нормальную сохранность фотохимикатов.

Рецептура фабричных нормальных проявителей, г

Проявитель	Объем раствора, л	Проявитель								
		Метол	Сульфит натрия	Гидрохинон	Сода	Бура	Глицин	Фенидон	Бромистый калий	Тиосульфат натрия
СП (СТ-2)*	0,5	4	62,5	—	2,87	—	—	—	—	—
СП (СТ-2)	1	8	125	—	5,75	—	—	—	—	—
Метол-гидрохиноновый	0,5	0,76	27	1,5	—	1,5	—	—	—	—
Метоловый	0,35	1,5	21	—	1,4	—	—	—	—	—
»	0,5	2,15	30	—	2,6	—	—	—	—	—
ПМС (метол-сульфитный)	0,35	2,6	32	—	—	—	—	—	—	—
А глициновый	0,5	—	30	—	5	—	3	—	—	—
1-й фенидон-гидрохиноновый	0,5	—	20	0,5	—	1,5	—	0,05	0,25	—

* Уменьшенной вдвое концентрация от стандартного СТ-2.

2-й фенидон- гидрохиноновый	1,0	—	13	1,8	10	—	—	0,1	1	—
ФП фиксирующий	0,35	—	17,5	1,4	28	—	—	0,35	—	24,5

Рецептура фабричных универсальных проявителей, г

Проявитель	Объем раствора, л	Метол	Сульфит натрия	Гидрохинон	Сода	Бура	Поташ	Фенидон	Бромистый калий
1-й УП-2	0,5	0,6	10	1,3	13	—	—	—	0,16
2-й УП-2	0,5	—	20	0,5	—	1,5	—	0,05	0,25
ПС (СТ-1)	1	1	26	5	20	—	—	—	1
УПК-1	1	—	150	32	150	—	—	0,8	6
«Риап» (ПБ1к)	1	—	150	32	—	—	150	0,8	6

63. Контрастное проявление фототехнических пленок. Получение контрастных, оособоконтрастных и сверхконтрастных изображений занимает в фотографии отдельную область и относится в основном к полиграфии и документной фотографии, поскольку приводит к искажению тоновоспроизведения — получению только белого и черного. Объекты фотографирования и параметры контрастности обработки для этой области разделяются на три вида: первый — тоноконтрастные изображения (текстовые и чертежные оригиналы) для съемки на обычные контрастные фототехнические материалы с достижением на них $\gamma = 3...5$; второй — штриховые изображения для съемки на оособоконтрастные материалы типа «лайн» (линия) с достижением $\gamma = 6...10$; третий — растровые изображения (точки) для съемки на сверхконтрастные материалы типа «лит» при $\gamma \geq 11$ [19].

Это разграничение основано на технологических трудностях достижения коэффициента контрастности, при которых относительно просто проявление тоноконтрастных изображений и оособо трудно проявление растровых изображений, состоящих из точек. График на рис. 66 отражает распределение освещенности при проецировании на фотослой штриха линейатурного оригинала и точки растрового элемента. Кривые показывают, что изображение точки размыто больше, чем штриха, и для ее четкого воспроизведения требуется более контрастное, чем для линии, проявление. При воспроизведении штриха высокая контрастность задается самим изображением, а для воспроизведения растровых точек контрастность должна быть создана свойствами фотослоя и проявления. Это — отличительная особенность воспроизведения раstra. На рис. 67 показаны ХК трех видов контрастного проявления, из которых видны их отличительные особенности в области нижнего криволинейного участка.

Для тоноконтрастных проявителей получение контрастного изображения обусловлено таким воздействием контрастного проявителя на фотослой, при котором тормозится проявление

слабо экспонированных участков (черный шрифт) и энергично проявляются участки, получившие значительную экспозицию (белый фон бумаги). Торможение проявления достигается введением в проявитель относительно больших количеств определенных противобулирующих веществ (ПБВ), а энергичность проявления — увеличенным содержанием проявляющих веществ, щелочи и повышением температуры обработки. В зависимости от применяемого ПБВ получают различную контрастность. Так увеличение в проявителе бромистого калия вызывает общее понижение всех плотностей почернения при данном времени проявления без изменения контраста изображения,

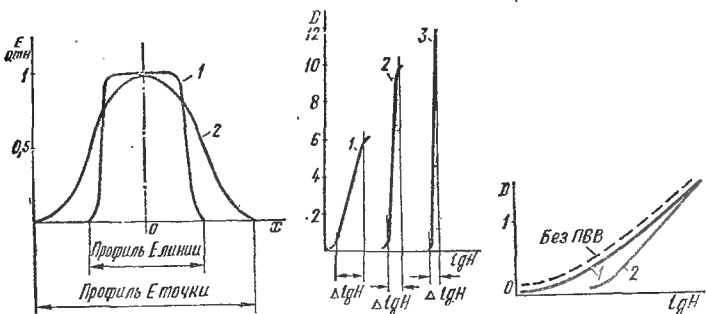


Рис. 66. Кривые профиля освещенности при проецировании на фотослой штриха (1) и растровой точки (2)

Рис. 67. Характеристические кривые проявления фототехнических материалов при съемке трех видов объекта: 1 — топовых изображений ($\gamma = 3 \dots 5$); 2 — штриховых линейных ($\gamma = 6 \dots 10$); 3 — растровых точек ($\gamma \geq 11$)

Рис. 68. Стилизованные характеристические кривые при различных противобулирующих веществах в проявителе бромистого калия (1) и бензотриазола (2)

а применение бензотриазола и ему подобных веществ повышает контраст в два и более раз (рис. 68). С применением бензотриазола на фотослое вначале проявления возникают большие плотности (света), а время обработки устанавливают такой величины, при которой низкие плотности (шрифт) находятся в преддверии возникновения. Гамма при этом получается величиной 3—5.

Для *особоконтрастных проявителей* чаще применяют один гидрохинон, для которого, в противоположность метолу, характерен более длительный период индукции, сильно зависящий от экспозиции фотослоя. Эта особенность приводит к тому, что при некоторой продолжительности проявления сильно завуалированные участки фотослоя (пробельные света) проявляются быстро и полностью, а слабо экспонированные (штрихи) еще не проявляются. При этом достигается более высокий контраст при $\gamma = 6 \dots 10$.

Сверхконтрастное проявление основано на применении лиг-проявителей со специальными веществами — полиэтиленгликолями (ПЭГ), делающими проявление инфекционным. Действие ПЭГ заключается в том, что, оказывая вначале проявления

сильно тормозящее действие, в конце проявления они значительно ускоряют процесс и приводят к возрастанию предельных плотностей фотослоя. Этому способствует совместное действие ПЭГ и бромистого калия.

Эффект получения сверхконтрастного изображения обусловлен относительно малой выдержкой и очень коротким нижним криволинейным участком ХК, при котором за время полного проявления световые точки раскра не успевают проявиться.

Проявление «лит» основано на явлении инфекции — переносе с помощью ПЭГ большой плотности с проявляющихся участков на рядом расположенные непроявляющиеся зерна галогенного серебра, т. е. при инфекционном проявлении неэкспонированные или малоэкспонированные зерна, расположенные в непосредственной близости с экспонированными проявляющимися зернами, с ними не соприкасающимися, также начинают проявляться несмотря на то, что на них свет не действовал или действовал мало. Проявляющееся зерно как бы «заражает» способностью проявляться соседние с ним зерна, которые сами по себе проявиться не могут.

Получение сверхвысоких параметров контраста возможно только на специальных фототехнических лит-пленках, для которых характерна малая толщина фотослоя (4—6 мкм) и высокая плотность микрокристаллов галогенного серебра (6—9 г/м²).

Для тоноконтрастных изображений применяют относительно низкоконтрастные фототехнические пленки, например ФТ-31, для штриховых изображений — ФТ-41, растровых — пленки типа «лит» — ФТ-111, ФТ-112 и другие (зарубежные аналоги Latex, Kodalith, Fujilith).

Для проявления фототехнических контрастных материалов применяются проявители, сгруппированные в четыре группы.

Первая группа. Контрастные проявители с повышенным содержанием супер-аддитивных смесей

	Ф-1	А-22	МПИ	Особый
Метол, г	—	0,8	2,5	—
Метилфенидон, г	0,2	—	—	1,5
Гидрохинон, г	6	8	30	30
Сульфит натрия, г	40	40	40	100
Сода, г	—	—	40	—
Поташ, г	40	50	—	—
Натр едкий, г	—	—	—	25
Моноэтаноламин, мл	—	—	34	—
Калий бромистый, г	6	5	5	3,5
1-фенил-5-меркаптотетразол, г	—	—	0,2	—
Бензотриазол, г	—	—	2	1
Вода, л, до	1	1	1	1

Вторая группа. Гидрохиноновые контрастные проявители для штриховых изображений

	Репро-2	Д-8	А-111
Гидрохинон, г	12,5	30	20
Сульфит натрия, г	—	60	—
Метабисульфит калия, г	12,5	—	—

Метабисульфит натрия, г	—	20	—
Натр едкий, г	18	25	—
Кали едкое, г	—	—	50
Калий бромистый, г	12,5	20	4
Вода, л, до	1	1	1

**Третья группа. Гидрохиноновые лит-проявители
с параформальдегидом**

	Д-85	ОРВО-82	ИП-3	ИП-3М
Гидрохинон, г	22,5	22,5	22,5	22,5
Сульфит натрия, г	30	30	37,5	37,5
Метабисульфит калия, г	2,6	2,5	—	—
Сода, г	—	—	50	50
Борная кислота, г	7,5	7,5	7,5	12
КФ-2698, 10 %-ный раствор, мл	—	—	1	2
Калий бромистый, г	1,6	1,5	2,5	2,5
Параформальдегид, г	7,5	7,5	7,5	7,5
Вода, л, до	1	1	1	1

**Четвертая группа. Сверхконтрастные лит-проявители
без параформальдегида**

	ИП-6	Х
Метол (или метилфенидон), г	—	5 (0,5)
Гидрохинон, г	22,5	50
Сульфит натрия, г	10	50
Сода, г	60	43
Натр едкий, г	5	—
КФ-2698, 10 %-ный раствор, мл	1	1
Калий бромистый, г	2,5	—
Формальдегидбисульфит, г	50	—
Бура, г	5	—
Натрий лимоннокислый, г	10	—
Натрий хлористый, г	—	50
2-метиламиноэтанол, мл	—	42
6-нитроиндазол, 10 %-ный раствор, мл	—	16
Вода, л, до	1	1

64. Контрастное проявление фотоплёнок «Фото» при репродуцировании штриховых и текстовых оригиналов. Проявление характерно достижением максимального коэффициента контрастности и максимальной оптической плотности.

Фотоплёнка	$\gamma_{\text{макс}}$	$D_{\text{макс}}$
«Фото-32»	1,2—1,4	2,8
«Фото-65»	0,8	2,3
«Фото-130»	1	2,4
«Фото-250»	1	2,5

Наиболее приемлемой для целей репродуцирования является плёнка «Фото-32» при $\gamma_{\text{макс}} = 1,2$ и $D_{\text{макс}} = 2,8$. Другие имеют несколько заниженные параметры. Для получения хорошего качества негатива плёнку «Фото-32» экспонируют как плёнку с чувствительностью 65 или 130 ед. ГОСТ. При этом

тени (черный шрифт или темные линии) получают значительно малую экспозицию и не прорабатываются в негативе, а свет (пробельные элементы — белая бумага оригинала) получают достаточную экспозицию для проработки их в негативе максимальной оптической плотностью при контрастном энергичном проявлении.

Проявитель готовят с большим количеством ПВВ (лучше бензотриазол), значительно задерживающим проявление черного тона букв и линий, т. е. с большим индукционным периодом. При относительно малой экспозиции света наращивают максимальную плотность за счет большого количества метола и особенно гидрохинона. Рецепт проявителя содержит примерно тройной состав стандартного проявителя СТ-1 с дополнительно введенным бензотриазолом. Время проявления устанавливают вдвое или втрое больше относительно указанного на упаковке, поскольку пленка получает малую (вдвое-втрое) экспозицию. Если после проявления появляется вуаль, ее следует убирать обработкой в фермеровском ослабителе (100). Несколько худшие результаты при репродуцировании получаются на других пленках «Фото».

Проявитель для репродуцирования на пленках «Фото»

Трилон-Б, г	1—2	Калний бромистый, г	6
Метол, г	3	Бензотриазол, г	0,05
Сульфит натрия, г	60	Метилфенидон, г	0,7
Гидрохинон, г	14	Вода, л, до	1
Сода, г	80	$T_{пр}$, °C	23
Натр едкий, г	10	$t_{пр}$, мин	1—8

ПРОЯВЛЕНИЕ ФОТОБУМАГ

65. Общие сведения. В отличие от относительно длительного проявления негативных пленок, фотобумаги проявляют 2—6 мин до предельного значения коэффициента контрастности (гаммы бесконечности) для получения черных тонов, свойственных каждому типу фотобумаги. Нормальное позитивное изображение должно иметь предельно черные и абсолютно белые участки, хотя бы и малой площади. Для этого используется весь возможный интервал оптической плотности фотобумаги и ее фотослой необходимо проявлять полностью, до насыщения.

Для обработки отечественных фотобумаг предназначен стандартный проявитель СТ-1 [19], рецепт которого иногда приводят на упаковочном конверте. В процессе обработки, вследствие разного типа галогенного серебра, фотобумаги дают различный тон изображения: *Унибром*, *Новобром*, *Фотобром* — серочерный, *Контабром* — черно-коричневый, *Бромпортрет* — коричнево-черный. В изобразительной фотографии цветной оттенков изображения несет эмоциональную нагрузку. Нормальным, нейтральным цветом черно-белого изображения считается чисто черный тон, от которого возможны отклонения — в сторону холодных тонов — синевато-черный, в сторону теплых — черный с глубоким коричневым оттенком, часто применяемый в художественной фотографии. Все остальные оттенки второстепенны, имеют много вариантов и не присущи технической и художественной фотографии. Серое и светлосерое изображение выражает

неперфессионализм, а серый с рыжим или зеленым оттенком отражает плохое качество химикофотографической обработки.

Обработка в нестандартных проявителях может придавать отпечатку (особенно на Бромпортрете) различный оттенок, а также понижать или повышать контрастность изображения. Для старых завуалированных фотобумаг применяют специальный проявитель, исключающий неприятный желтый тон изображения (71). Обработка фотобумаг характерна некоторыми особенностями. Плотность позитивного изображения на фотобумаге может достигать значительной величины. В проявитель нельзя вводить много сульфита натрия, в противном случае будет растворяться галогенное серебро и высшие плотности изображения будут уменьшены, а детали в тенях непроработаны. По этой же причине нельзя вводить растворители галогенного серебра (например, роданистый калий). Нельзя применять слабые щелочи (буру), так как они не допускают энергичность проявления и не способствуют возрастанию высшей плотности. Бромистый калий вводят пропорционально количеству щелочи, однако его значительное количество придает изображению неприятный зеленый оттенок.

Поскольку фотослой бумаг имеет очень мелкое зерно, при обработке не требуется мелкозернистое проявление и проявители для фотобумаг относительно негативных пленок составляют быстро работающими, содержащими малое количество сульфита и относительно большое — щелочи (сода, поташа). Эталоном фотобумаги и ее проявления считается бумага Унибром с продолжительностью обработки в проявителе СТ-1 — 2 мин. Не проявление изображения в течение 1 мин характеризует малую экспозицию при печати. Быстрое появление изображения по всей площади формата как в тенях, так и в светах (первые 5—10 с) указывает на 4—6-кратную и более передержку. Недопроявление приводит к серому малоконтрастному изображению, иногда пятнистому с неприятным оттенком. Перепроявление вызывает вуаль на белых участках, загрязняя изображение. Однако незначительная передержка отпечатка в проявителе не влечет за собой чрезмерного увеличения плотности изображения. При истощенном проявителе (в конце работы или после долгого хранения) в случае перепроявления или длительной обработки на отпечатке может появиться желтая вуаль, вызываемая продуктами окисления проявляющего вещества. Для других фотобумаг время проявления может быть больше 2 мин.

На практике иногда отклоняются от общего правила проявления бумаг, интерпретируя обработку в художественных целях. На нормальной фотобумаге контраст изображения в небольшой степени регулируют, варьируя соотношением между экспозицией и временем проявления: для повышения контраста несколько сокращают выдержку при печати и удлиняют проявление (допустимая операция), для понижения — увеличивают выдержку и сокращают проявление (недопустимая операция, чреватая порчей изображения).

Для воспроизведения более широкого интервала полутонов и увеличения контрастности изображения с получением глубоких теней и ярких светов хорошие результаты получают при комбинированной обработке в двух проявителях: вначале проявляют в мягком, в конце обработки — в нормальном или контрастном проявителе (применяют и обратный вариант). При таком способе тональные градации изображения регулируются

в больших пределах, чем при обработке в одном проявителе, варьируя выдержкой и временем проявления. Однако он громоздок, значительно удлиняет общее время проявления и создает неудобства в работе. В каждом конкретном случае необходима предварительная проба с проверкой доброкачественности выбранной фотобумаги (возможности воспроизводить определенный ГОСТом полный интервал экспозиций L_g) и кондиционности негатива (воспроизведения деталей в тенях и светах).

Большое значение при обработке фотобумаг имеет температура проявителя. Холодный проявитель ($16-12^\circ\text{C}$) даже при соответственно удлиненной обработке дает вялый позитив без глубоких теней и без деталей в светах. Проявитель с повышенной температурой ($22-25^\circ\text{C}$) работает быстро, затрудняя контроль за процессом, и дает малоконтрастные серые отпечатки. Кроме того, теплый проявитель настолько размягчает фотослой, что при фиксировании, промывке и сушке возможны механические повреждения с порчей отпечатка. Поэтому температура проявителя должна поддерживаться в пределах $18-20^\circ\text{C}$.

Для обработки старых долго хранившихся завуалированных фотобумаг устранение вуали возможно при добавлении в проявитель бензотриазола. Готовят 0,2 %-ный запасной раствор и добавляют в проявитель порционно по 10—20 мл до тех пор, пока на отпечатке не исчезнет вуаль. Во всех случаях проявления фотобумаг добавление в проявители бензотриазола порционно по 0,1 г/л увеличивает контрастность изображения на $\gamma = 0,1$. Максимальное количество вводимого бензотриазола — 0,4 г/л.

В процессе обработки фотобумаг в проявителе образуются продукты окисления проявляющего вещества, увеличивается количество бромидов, тормозящих проявление и придающих (на бумаге Бромпортрет) неприятный грязно-зеленый оттенок, уменьшается концентрация основных компонентов проявителя, т. е. проявитель истощается. Предел использования проявителя определяют допустимой площадью проявления фотобумаги. Обычно эту площадь переводят в количество отпечатков 13×18 см. Превышение допустимого количества фотобумаги ведет к значительному ухудшению качества изображения. После проявления первой четверти допустимого количества отпечатков выдержку увеличивают на 25—50 %, после половины — на 50—75 %. При такой корректировке все допустимое количество отпечатков будет относительно одинаковой контрастности и плотности. В истощенном проявителе увеличивается индукционный период, удлиняется время обработки, не прорабатываются детали в тенях изображения, а изображение становится серо-зеленым (на высокочувствительных фотобумагах — холодным, на малочувствительных — с теплым оттенком). Пополнителем для проявителя является тот же проявитель, но без бромистого калия. Для устранения помутнения проявителей от кальцево-магниево-солей, присутствующих в воде, рекомендуется перед составлением растворов вводить в воду 2 г/л Трилона-Б.

По действию на фотослой проявители для фотобумаг различают: мягкие, нормальные и контрастные. Разница между ними заключается в различном времени обработки для достижения нормального изображения: в мягком — относительно длительное, в контрастном — короткое. Наиболее приемлемы мягкие проявители, позволяющие эффективно контролировать процесс проявления.

66. Нормальные проявители для фотобумаг. Критерием нормальности проявления в проявителе СТ-1 для фотобумаг Унибром является время проявления 2 мин. Проявители, отличные от СТ-1, имеют другое время проявления. Нормальные проявители для зарубежных фотобумаг несколько отличаются как по рецепту, так и по времени проявления, поскольку у них светочувствительная эмульсия несколько отличается от отечественной. Для нормального проявления фотобумаг могут быть применены нормальные проявители для листовых форматных фотопленок и фотопластинок (42). Предел использования проявителя СТ-1 50 отпечатков 13×18 см в 1 л.

Метол-гидрохиновые нормальные проявители СТ-1 и аналоги.

	СТ-1	ПП-1*	ПП-2*	ПП-3**	ФД-103***
Метол, г	1	2	1	0,5	1
Сульфит натрия, г	26	26	26	13	22
Гидрохинон, г	5	4	3	2,5	4
Сода, г	20	20	26	10	22
Калий бромистый, г	1	1	1	0,5	1
Вода, л, до	1	1	1	1	1

* Модификация СТ-1.

** Половинная концентрация СТ-1.

*** Для венгерских фотобумаг.

Метоловый нормальный проявитель ОРВО-100

Метол, г	1	Калий бромистый, г	1
Сульфит натрия, г	13	Вода, л, до	1
Сода, г	26		

Фенидон-гидрохиновые нормальные проявители

ЦИНЛФ ПП-4* П-67

Гексаметафосфат натрия, г	—	—	1
Сульфит натрия, г	15	26	25
Гидрохинон, г	4	5	4
Сода, г	20	20	30
Калий бромистый, г	—	2	0,5
Фенидон, г	0,2	0,2	0,2
Вода, л, до	1	1	1
Количество проявляемых отпечатков			
13×18 см, шт.	80	50	50

* Модификация СТ-1.

Амидоловый нормальный проявитель. Приготавливают перед работой вследствие окисления амидола. После проявления 20 отпечатков 13×18 см проявитель выливают. Бромистый калий необязателен.

Сульфит натрия, г	50	Калий бромистый, 10 %-	
Амидол, г	10	ный раствор, капли . . .	5—10
		Вода, л, до	1

Глициновый нормальный проявитель

Сульфит натрия, г	25	Калний бромистый, г	0,5
Глицин, г	10	Вода, л, до	1

Парааминофеноловый нормальный проявитель

Парааминофенол, г	4	Калий бромистый, г	0,5
Сульфит натрия, г	10	Вода, л, до	1
Сода, г	25		

67. Мягкие проявители для фотобумаг. Применяют для портретных и пейзажных работ. Характерны малым содержанием фотохимикатов. Проявляют 10—15 отпечатков форматом 13 × 18 см.

	ПП-5	ПП-6*	Д-52
Метол, г	4	0,75	0,7
Сульфит натрия, г	12	9	10
Гидрохинон, г	—	—	3
Сода, г	10	4,5	7
Калий бромистый, г	0,6	1	0,7
Вода, л, до	1	1	1

* Для печати с негативов высокого контраста.

68. Контрастно и быстро работающие проявители для фотобумаг. Применяют для мягких и вялых негативов и получения повышенного контраста изображения технических снимков.

	ОРВО-108*	ОРВО-110**	ОРВО-112	ОРВО-115***	ОРВО-130
Метол, г	5	—	1,7	2	2,5
Едкое кали, г	—	26	—	—	—
Сульфит натрия, г	40	100	35	25	30
Гидрохинон, г	6	6	6	6	7
Сода, г	—	—	40	33	30
Поташ, г	40	—	—	—	—
Калий бромистый, г	2	8	1	0,5	1
Вода, л, до	1	1	1	1	1

* Контрастный.

** Контрастный быстро работающий.

*** Интенсивно работающий.

69. Проявители для фотобумаг с разбавлением для изменения контраста изображения.

	ИД-69	Д-163	ЭНСКО-130	ОРВО-105	59-Д
Метол, г	—	2,2	2,2	15	3
Сульфит натрия, г	50	75	50	75	36
Гидрохинон, г	12	17	11	—	—
Сода, г	60	65	65	—	18
Глицин, г	—	—	11	—	—
Поташ, г	—	—	—	75	—

Калий бромистый, г	0,25	2,8	5,5	2	4
Бензотриазол, г	0,05	—	—	—	—
Метилфеиндон, г	0,5	—	—	—	—
Вода, л, до . . .	1	1	1	1	1
Разбавление водой	1:1	1:1—1:3*	1:1**	1:4***	1:3

* В зависимости от требуемого контраста.

** Для нормального проявления. Меньший контраст получают при разбавлении 1:2, больший — без разбавления.

*** Для нормального проявления, для мягкого — разбавить 1:5.

Проявители Видермана

	Первый	Второй*	Третий*
Сульфит натрия, г	80	60	120
Гидрохинон, г	20	10	28
Сода, г	80	60	120
Калий бромистый, г	5	0,5	9
Бензотриазол, г	—	0,6	1
Метилфеиндон, г	1	1	—
Вода, л, до	1	1	1
Разбавление водой	1:3	1:3	1:3**

* Для получения изображения с теплым оттенком в запасной раствор добавляют 6 г глицина.

** Контрастно работающий.

70. Нормальные проявители с получением цветных оттенков на некоторых типах фотобумаг

	ОРВО-124	Гидрохи- ноновый	Гидрохи- ноновый	Метол-гидро- хиноновый
Метол, г	0,8	—	—	3
Сульфит натрия, г	15	10	30	40
Гидрохинон, г	4	4	4	12
Сода, г	9	11	15	75
Калий бромистый, г	8	0,5	—	0,8
Бензотриазол, г	—	—	0,1	—
Нитробензимидазол, г	—	—	—	0,1—0,2
Вода, л, до	1	1	1	1
Оттенок изображения	Оливково-коричневый	Коричнево-черный	Сине-черный	Синий

71. Гидрохиноновые проявители для получения коричневых оттенков. Различная степень оттенков на различных фотобумагах получается при увеличении выдержки и соответствующем разбавлении водой. Температуру изменяют от 20 до 30 °С. Значительное превышение выдержек требует применения при фотопечати ламп повышенной мощности. Исходной выдержкой является нормальная, определяемая в неразбавленном проявителе при температуре 20 °С для получения нормального изображения.

Гидрохиноновый проявитель (фабричная рекомендация) для фотобумаг *Бромпортрет*, *Контабром*, *Новобром*. Температура раствора 25—30 °С.

Сульфит натрия, г	75	Калий бромистый, г	2
Гидрохинон, г	20	Вода, л, до	1
Поташ, г	100		

Варианты проявления

Оттенок изображения	Увеличение выдержки	Разбавление водой
Черно-коричневый	Нормальная	Без разбавления
Темно-коричневый	3-кратная	1 : 6
Светло-коричневый	4-кратная	1 : 12
Красно-коричневый	6-кратная	1 : 15

Гидрохиноиновый проявитель ОРВО-123 для получения коричневых оттенков изображения на хлорбромосеребряных фотобумагах: *Бромпортрет, Новобром, Контабром*. На бромосеребряных фотобумагах Унибром и Фотобром изображение принимает оттенок не всегда.

Сульфит натрия, г	60	Калий бромистый, г	25
Гидрохинон, г	24	Вода, л, до	1
Поташ, г	80		

Варианты проявления

Фотобумага	Разбавление водой	Удлинение выдержки	Время проявления, мин
Унибром, Фотобром	1:2	3—4-кратное	8—9
Контабром, Новобром, Бромпортрет	1:3	5—7-кратное	4—5

Проявители с глицином и гидрохиноном для различных фотобумаг.
Температура раствора может быть повышена до 25—30 °С.

	ПП-7*	ОРВО-120	ОРВО-122
Сульфит натрия, г	10	60	30
Глицин, г	—	—	5
Гидрохинон, г	4	24	10
Сода, г	11	—	—
Поташ, г	—	80	50
Калий бромистый, г	0,5	2	5
Вода, л, до	1	1	1
Разбавление водой	Нет	1:2	1:2—1:5
$t_{\text{пр}}$ ориентировочное, мин	5—7	3—5	2—8

* 3—4-кратное увеличение выдержки при печати.

72. Проявитель для завуалированных фотобумаг

Метол, г	10	Калий бромистый, г	12**
Сульфит натрия, г	45	Вода, л, до	1
Гидрохинон, г	7	$t_{\text{пр}}$, мин	2—3
Поташ, г	40	Количество проявляемых	
Сульфат натрия*, г	30	отпечатков 13×18 см, шт.	12

* Глауберова соль.

** При введении 0,03—0,05 г бензотриазола бромистый калий уменьшают до 2 г.

73. Общие сведения. Для получения особой окраски черно-белого проявленного изображения существуют три метода. Первый метод — превращение атомарного металлического серебра изображения в соединения, характерные собственными цветами: сернистое, селенистое и теллуристое серебро, обладающее коричневым и пурпурным цветом. Второй метод — замещение металлического серебра изображения соединением какого-либо другого металла с присущим ему цветом. Третий метод заключается в полном или частичном замещении серебра изображения каким-либо органическим красителем (красочное протравное тонирование). Первые два метода широко распространены в фотографии. Третий трудоемок, дает нестойкие цвета и мало распространен. К обработке негативно-позитивной фотографии эти методы отношения не имеют, так как относятся к прикладной химии в фотографии.

Основой тонирования являются два химических процесса: *отбеливание* металлического серебра изображения для получения какого-либо соединения, восприимчивого к воздействию тонирующих веществ, и *вирирование* — образование веществ, дающих отбеленному изображению цветовой тон. На этой основе разработаны два способа химического тонирования: *однорастворный* (прямой) и *двухрастворный* (косвенный). При однорастворном тонировании химически одновременно происходит отбеливание и окрашивание изображения, а раствор называется *виражем*. При двухрастворном тонировании отбеливание и вирирование происходит в разных растворах, из которых первый всегда *отбеливатель*, второй — *вираж*. Оба способа имеют преимущества и недостатки. Однорастворное тонирование, относительно быстрое по времени, дает предельную насыщенность цветового тона без управления химическим процессом. Двухрастворное тонирование — длительное, однако при отбеливании можно изменять цветовой тон и насыщенность изображения.

74. Отбеливатели двухрастворного тонирования и требования к изображению. Отбеливающие растворы состоят из двух составляющих: отбеливающего и вещества, способного в вираже с помощью других веществ придавать отбеленному изображению определенный цвет. Иногда в раствор вводят добавки для стабильности и сохраняемости, не влияющие на процессе тонирования.

Наиболее распространены отбеливающие растворы с железосинеродистым калием — красной кровяной солью, дающей при взаимодействии с металлическим серебром изображения характерное и определяющее вещество — *отбеленное железистосинеродистое серебро* молочно-белого цвета или со слегка желтоватым оттенком. Это отбеленное серебро, взаимодействуя с находящейся в отбеливающем растворе солью какого-либо неорганического вещества, само окрашивается (адсорбируется) или преобразуется в соединение — *адсорбент*, способный окрашиваться в цвет, заданный неорганическими веществами — *адсорбатами* во втором тонирующем растворе — вираже.

Отбеливающие растворы с бромистым калием очень прочны, не оказывают побочного действия на изображение и могут применяться многократно. Увеличение концентрации обоих веществ не ослабляет изображение, а ускоряет процесс. При добавлении в отбеливающий раствор аммиака можно получать

более темные тона изображения и отбеливать фотобумаги с желтоватым оттенком. При отсутствии красной кровяной соли применяют равноценные отбеливающие растворы с марганцовокислым калием, однако они непрочны, хотя готовятся из прочных запасных растворов, смешиваемых перед работой в равном соотношении:

Раствор-1

Марганцовокислый калий, г...1
Вода, мл 500

Раствор-2

Серная кислота (пл. 1,84),
мл 10
Натрий хлористый, г 50
Вода, мл 500

В процессе отбеливания раствор с марганцовокислым калием окрашивает изображение и подложку в коричневый цвет, удаляемый в 4 %-ном растворе метабисульфита калия. Характерной особенностью такого раствора является возможность отбеливания плохо отфиксированных отпечатков, поскольку в нем полностью разрушается тиосульфат натрия, находящийся в фотослое.

При длительной промывке после отбеливания иногда возникают желтые пятна или тона, поэтому промывку следует не затягивать, кроме особо оговоренных режимов тонирования. С применением в отбеливающих растворах специальных солей различных металлов отбеленное серебро получает следующий цвет изображения

Отбеливатель с красной кровяной солью и бромистым калием переводит металлическое серебро изображения в отбеленное бромистое серебро, получающее в выраже следующий цвет при взаимодействии с веществами:

коричневый — сернистым натрием или тиомочевинной;
красно-коричневый — соединением селена и азотнокислым уранидом;
красный — хлористым никелем;
красно-фиолетовый — сернокислой медью;
синий — железоаммонийными квасцами и треххлористым железом.

Отбеливатель с красной кровяной солью и азотнокислым свинцом переводит серебро изображения в железистосинеродистую свинцово-серебряную соль, которая в выраже получает цвет при взаимодействии с веществами:

черно-коричневый — сернистым натрием;
ярко-желтый — двуххромовокислым калием;
ярко-зеленый — смесью железоаммонийных квасцов и двуххромовокислого калия;
салатово-зеленый — двуххлористым кобальтом.

Отбеливатель с солями кадмия и лимоннокислого калия переводит серебро изображения в железосинеродистое с образованием железистосинеродистого кадмия, с которым в выраже серпистый натрий придает отбеленному серебру желто-лимонный цвет.

Требования к изображению отпечатка при тонировании. Перед тонированием фотоотпечатки должны быть правильно экспонированы (кроме специальных случаев тонирования) и проявлены, хорошо отфиксированы и тщательно промыты. При промывке рекомендуется применять разрушитель

тиосульфата натрия и контролировать степень промывки (127, 134). Эти требования необходимы, поскольку в фотослое плохо промытого отпечатка содержатся остатки тиосульфата натрия, от которого в отбеливателе с красной кровяной солью изображение ослабляется: красная кровяная соль и тиосульфат натрия образуют фермеровский ослабитель (100). При фотопечати и проявлении необходимо применять проявитель (в основном метол-гидрохиноновый), дающий на отпечатках чисто черные или нейтрально-серые тона. При большом содержании в проявителе бромистого калия последующее тонирование дает более теплые тона. Отпечатки, обработанные проявителями, дающими коричневые тона, не могут дать хорошего цвета при тонировании в коричневый тон — они приобретают неприятную окраску. Сухие отпечатки, подлежащие тонированию, размачивают не менее 15 мин. Перед тонированием следует учитывать, что на одном и том же типе фотобумаги, но разного времени выпуска, изображение может иметь различие в оттенках.

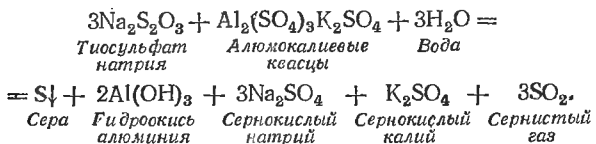
Общее правило при тонировании отпечатков: при обработке соединениями серы визуальные оптические плотности тонированного изображения уменьшаются, а при обработке солями металлов — увеличиваются. Применяя тонирующие растворы с солями кадмия, никеля и с хлористым железом, дающими соответственно желтый, пурпурный и голубой цвет (триада красок), можно получить окрашенные черно-белые позитивные пленки для субтрактивного синтеза цвета. Для этого готовят три негатива, снятые за синим, зеленым и красным фильтрами, печатают их на позитивной пленке и тонируют в соответствующих растворах. Затем накладывают друг на друга и наблюдают цветное изображение в проходящем свете ($T_{\text{дв}} = 5500 \dots 6000 \text{ K}$) непосредственно или при проекции на экран.

75. Тонирование фотоотпечатков в коричневые тона (тон сепии, метод осернения). Выражение коричневого цвета на тонированных отпечатках в значительной степени зависит от зернистости фотослоя и величины экспозиции при печати. При относительно крупном зерне (Унибром, Фотобром) изображение получается в глубоких коричневых тонах, при мелком зерне (Бромпортрет, Новобром, Контабром) — в рыжеватых. При нормальной экспозиции получаются чистые нежные тона, при передержке преобладают желто- или красно-коричневые оттенки. В процессе тонирования оптическая плотность и контрастность изображения несколько уменьшаются, поэтому исходное изображение должно быть плотнее и контрастнее относительно нормального. Коричневый тон изображению придает сернистое серебро Ag_2S .

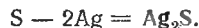
Однорастворный способ получения коричневых тонов. В основе лежит реакция выделения серы в смеси тиосульфата натрия с алюмокалиевыми квасцами. Выделившаяся в растворе сера S реагирует с атомарным металлическим серебром изображения Ag , превращая его в сернистое серебро Ag_2S коричневого цвета. Тонирование, вследствие длительности процесса, проводят в горячем ($60\text{—}65^\circ\text{C}$) растворе, для чего отпечатки желательно предварительно задубить в 10 %-ном растворе формалина или поместить их без задубливания в холодный раствор с постепенным разогреванием его на водяной бане до этой температуры. При этом фотослой задубливается присутствующими в растворе квасцами. С приближением к конечной температуре изображение на бромосеребряных фотобумагах Уни-

бром и Фотобромом принймают коричневый оттенок, а в конце обработки становится темно-коричневым. Изменение конечной температуры раствора изменяет оттенки коричневого цвета. После тонирования отпечатки охлаждают на воздухе для предупреждения ретикуляции, а потом промывают в нормальном режиме.

Химия тонирования. Реакция получения сернистого серебра в растворе протекает в две стадии. Первая — выделение серы:



Вторая стадия однорастворного процесса — образование сернистого серебра изображения:



Перед работой отпечаток предварительно размачивают и тонируют в растворе: /

Тиосульфат натрия, г	120
Алюмокалиевые квасцы, г	30
Натрий хлористый 10 %-ный раствор, мл	10
Азотнокислое серебро 10 %-ный раствор, мл	10
Вода, л, до	1

Особенности составления раствора. Тиосульфат натрия растворяют при 65—70 °С. В этот раствор порциями вводят алюмокалиевые квасцы. При взаимодействии этих веществ выпадает сера. Раствор приобретает молочный оттенок и пенится. Далее в раствор вливают растворы хлористого натрия и азотнокислого серебра, без которого процесс тонирования неполноценен. При отсутствии азотнокислого серебра в тонирующий раствор на несколько дней помещают 8—10 старых черно-белых фотоотпечатков 13 × 18 см. В течение этого времени сера выпадает на дно сосуда и перед работой раствор взбалтывают, предварительно вынув отпечатки. При обработке необходимо поддерживать температуру 65 °С и следить за равномерностью покрытия всей площади тонируемого отпечатка. Не рекомендуется обрабатывать в одной кювете несколько отпечатков, так как вследствие нарушения режима процесса на изображении могут появиться пятна. Обработка длится 15—20 мин, ее окончание определяют по окраске теней.

У нормально проявленного отпечатка на бромосеребряной фотобумаге при полном времени обработки изображение после тонирования имеет цвет чистой сепии. Сокращение времени приводит к получению двух тонов: в тенях (плотных местах) — темно-коричневых, в полутенях (малоплотных местах) — цвет сепии. Света получают чисто белые тона. В истощенном растворе повышается концентрация серебра с плохим качеством тонирования. Восстанавливают его добавлением свежего раствора.

Двухрастворный способ получения коричневых тонов. В первом растворе проводят отбеливание изображения, во втором — вирирование. При неполном отбеливании и дальнейшем вирировании в изображении исчезают светлые детали,

оно принимает темно-коричневый, почти черный цвет в тенях. Чем дольше отбеливается отпечаток, тем светлее (желтее) становится изображение. Длительное отбеливание приводит к полному исчезновению видимого изображения и светло-коричневой окраске.

Применяют два варианта. В обоих отпечаток держат в отбеливателе до полного исчезновения изображения, остаются только его слабо видимые коричневые следы. Затем отпечаток промывают в проточной воде не менее 10 мин до полного исчезновения желтой окраски (во втором варианте — после стоп-ванны) и переносят в вираж, температура которого допускается в пределах 18—20 °С. В нем отпечаток выдерживают до тех пор, пока окраска изображения перестанет насыщаться и станет стабильной (1—1,5 мин).

Первый двухрастворный вариант тонирования — с сернистым натрием. Дает глубокие коричневые тона. Для работы составляют два раствора: отбеливатель и вираж. Из отбеливателей наилучшим является отбеливатель-1 с красной кровяной солью. При добавлении к нему 10 мл 25 %-ного раствора аммиака изображение получает более темные тона. Аммиак можно заменить 20 г соды. Увеличение бромистого калия ускоряет процесс отбеливания.

Тонирующие растворы

Отбеливатель-1

Вираж

Железосинеродистый калий, г	30	Натрий сернистый, г	30
Калий бромистый, г	10	Сульфит натрия, г	100
Вода, л, до	1	Вода, л, до	1
$t_{обр}$, мин.	1—5	$t_{обр}$, мин	1—5

При отсутствии красной кровяной соли применяют отбеливатель-2 с марганцовокислым калием, составленный из двух запасных растворов А и Б. Раздельно оба раствора стойки. Перед работой их смешивают в равных объемах (1 : 1), а после тонирования выливают.

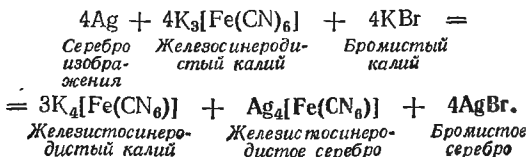
Отбеливатель-2

Раствор А

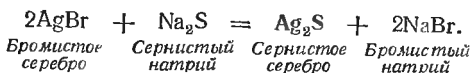
Раствор Б

Марганцовокислый калий, г	2	Натрий хлористый, г	50
Вода, л	1	Серная кислота пл. 1,84, мл	10
		Вода, л, до	1

Химия тонирования. В первом растворе — отбеливателе происходит взаимодействие красной кровяной соли с металлическим серебром изображения с получением железистосинеродистого серебра. Это серебро, воздействуя в находящемся в растворе бромистым калием, образует отбеленное бромистое серебро:



После промывки, в течение которой из фотослоя удаляются все растворимые вещества, кроме бромистого серебра, в выраже — втором растворе — сернистый натрий, взаимодействуя с бромистым серебром, образует сернистое серебро изображения коричневого цвета:



В процессе вирирования из второго раствора с сернистым натрием выделяется сероводород с неприятным запахом тухлых яиц (ядовит!). Работу рекомендуется вести в вытяжном шкафу, на открытом воздухе или в помещении со сквозняком.

Второй двухрастворный вариант тонирования — с *тиомочевинной*. Дает светлокоричневые тона изображения. Темно-коричневые не получаются. Тонирование идет без выделения вредных газов. Проводят четыре стадии процесса тонирования: отбеливание, стоп-ванну, тщательную промывку и вирирование. Состав растворов:

Отбеливатель	Стоп-раствор	Выраж*
Железосинеродистый калий, г 30	Уксусная кислота ледяная, мл 20	Тиомочевина, г 5
Калий бромистый, г 10	Вода, л 1	Бромистый калий, г 40
Сода, г 20		Натр едкий, г 15
Вода, л, до 1		Вода, л, до 1

* Возможен следующий состав: тиомочевина 1 г, поташ 100 г, вода до 1 л.

76. Тонирование фотоотпечатков в синие тона берлинской лазури. Процесс проводят в кислой среде с солями железа и с применением в растворах уксусной или соляной кислот, поскольку в щелочной среде железная соль обесцвечивается. Тонирование может быть одно- и двухрастворное. Однорастворное дает характерное для берлинской лазури одитонное синее окрашивание одной насыщенности, двухрастворное позволяет получать большое количество оттенков от голубого до темно-синего в зависимости от времени отбеливания. Короткое отбеливание дает светлые голубые тона.

Вещества тонирующих растворов растворяют при 20 °С, так как из теплого раствора выделяется берлинская лазурь и он теряет свои свойства. Тонированные берлинской лазурью отпечатки следует оберегать от прямых солнечных лучей, разлагающих синее изображение, и не клеить их щелочным клеем. Отпечатки в растворах выдерживают до получения требуемой интенсивности синего цвета: чем дольше тонирование, тем ярче цвет. После тонирования отпечатки промывают до белизны участков изображения, соответствующих светам. Длительная промывка несколько ослабляет цвет.

Предназначенные для тонирования отпечатки при изготовлении необходимо фиксировать в двух растворах (второй обязательно свежий) и тщательно промывать. При фотопечати фотослой должен быть несколько недоэкспонирован, поскольку тонирующие растворы усиливают плотность вирированного изображения.

Однорастворный способ получения синего тона. Процесс обеспечивается смесью красной кровяной соли с лимонно-

кислым железом или железоаммонийными квасцами. Наиболее распространено тонирование с квасцами. Иногда в раствор дополнительно вводят алюмокалиевые квасцы для дубления фото-слоя и лимоннокислый калий для сохранения раствора.

Варианты тонирующих растворов

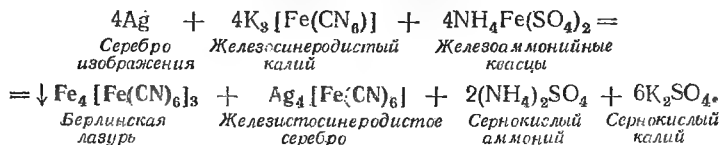
Виразж-1	Виразж-2
Железосинеродистый калий, г 5	Железосинеродистый калий, г 5
Уксусная кислота	Соляная кислота
10 %-ная, мл 100*	10 %-ная, мл 50**
Лимоннокислое аммиачное	Железоаммонийные
железо, г 5	квасцы, г 7,5
Вода, л, до 1	Вода, л, до 1
$t_{обр}$, мин 1—3	$t_{обр}$, мин 1—3

* Уксусную кислоту можно заменить винной в количестве 1,5—2 г.

** Соляную кислоту можно заменить борной в количестве 20 г. При этом тонирование удлиняется до 10—12 мин.

Тонирование проводят в одном из приведенных виразжей. Так как растворы недолговечны, их готовят перед работой и после обработки выливают. Для большого количества тонируемых отпечатков удобно составлять запасные растворы, растворив каждое вещество в отдельной воде, а перед работой их смешивать в соответствующей рецепту последовательности и пропорции. Рабочие растворы должны быть прозрачны и без осадка. Удлинение обработки относительно указанной дает интенсивно синий цвет, иногда неприемлемый для визуального восприятия. Промывка длится 10—15 мин. Если светлые участки изображения не отмываются до полной белизны, то отпечаток обрабатывают в водном растворе аммиака при концентрации 1 : 60.

Химия тонирования с железоаммонийными квасцами. Вначале отбеливается серебро изображения железосинеродистым калием с получением железистосинеродистого серебра. Одновременно на нем адсорбируется берлинская лазурь:

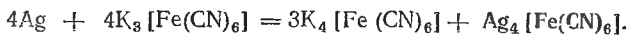


Двухрастворный способ получения синих тонов. Рабочие растворы — отбеливатель и виразж (первый или второй) имеют следующий состав:

Отбеливатель	Виразж-1	Виразж-2
Железосинеродистый калий, г . . 25	Железоаммонийные квасцы, г 20	Хлорное железо, г . . . 20
Аммиачная вода, 25 %-ный раствор, мл 10	Бромистый калий, г 10	Дистиллированная вода, л, до . . . 1
Вода, л, до . . . 1	Соляная кислота 10 %-ная, мл 30	$t_{обр}$, мин . . 2—3
$t_{обр}$, мин . . . 3—4	Дистиллированная вода, л, до 1	
	$t_{обр}$, мин 1—3	

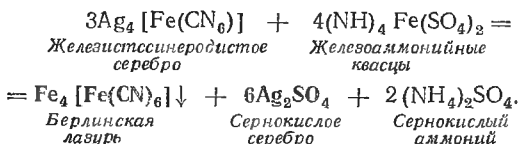
После обработки в отбеливателе отпечаток промывают 10—15 мин в проточной воде. Затем тонируют в одном из двух виражей: с железоаммонийными квасцами или с хлорным железом.

Химия тонирования. В первом растворе — отбеливателе отпечаток обрабатывают красной кровяной солью с добавлением аммиачной воды. При взаимодействии серебра изображения с красной кровяной солью образуется железистосинеродистое серебро:

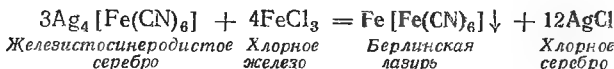


Серебро *Железосинеродистый калий* *Железистосинеродистый калий* *Железистосинеродистое серебро*

Во втором растворе с квасцами последующее вирирование отбеленного изображения с получением берлинской лазури проводят железоаммонийными квасцами. Здесь квасцы взаимодействуют с отбеленным железистосинеродистым серебром с получением сернокислого серебра, адсорбирующего образовавшуюся в растворе берлинскую лазурь:



Во втором растворе с хлорным железом берлинская лазурь осаждается на хлорном серебре:



77. Тонирование фотоотпечатков в красно-коричневые тона. Применяют однорастворный способ с солями уранила. Тонирующий раствор виража состоит из красной кровяной соли, азотно-кислого уранила и уксусной кислоты, так как реакция проходит в кислой среде. Вираз нестойк, поэтому рекомендуется составлять запасные растворы каждого вещества, смешиваемые перед работой в заданном рецептом соотношении и последовательности:

Уранил азотнокислый, г	5	Вода, л, до	1
Уксусная кислота ледяная, мл	10	$t_{\text{обр}}$, мин	5—7
Железосинеродистый калий, г	5		

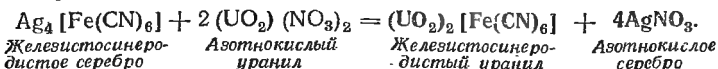
Химия тонирования. Процесс проходит химически одновременно в виде стадий: первая — отбеливание серебра изображения красной кровяной солью с получением железистосинеродистого серебра и железистосинеродистого калия:



Серебро *Железосинеродистый калий* *Железистосинеродистое серебро* *Железистосинеродистый калий*

Вторая стадия процесса — получающееся железистосинеродистое серебро сразу взаимодействует с азотнокислым уранилом с образованием железистосинеродистого уранила красно-

коричневого цвета, адсорбирующегося на азотнокислом серебре изображения:



После тонирования отпечатки промывают 20 мин в проточной воде и осветляют в растворе, после которого следует окончательная промывка.

Тиосульфат натрия, г. 25 Вода, л, до 1
Калий метабисульфит, г. 10

78. Тонирование фотоотпечатков в ярко-красные тона. Применяют двухрастворный способ с солью никеля: с отбеливателем и виражом. Раствор отбеливателя нестойкий, поэтому составляют запасные растворы каждого вещества и смешивают их перед работой в заданных рецептом последовательности и соотношении. После отбеливания отпечаток без ополаскивания и промывки переносят в вираж с последующей окончательной промывкой.

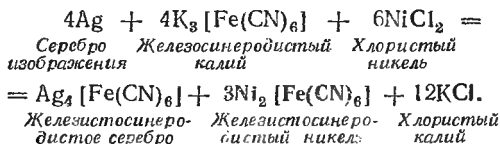
Тонирующие растворы

Отбеливатель

Виразж

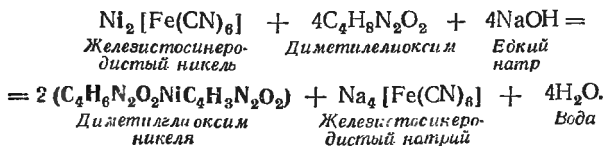
Лимоннокислый калий, г. . . 20	Диметилглиоксим, г 15
Хлористый никель, г. . . . 10	Натр едкий, г. 15
Железосинеродистый калий, г 10	Вода, л, до 1
Вода, л, до 1	$t_{\text{обр}}$, мин 2—3
$t_{\text{обр}}$, мин 1—2	

Химия тонирования. В первом растворе металлическое серебро изображения отбеливается красной кровяной солью с получением железистосинеродистого серебра и железистосинеродистого никеля, являющегося реагентом окрашивающего соединения:



Железистосинеродистый никель растворим в воде, однако он должен сохраниться в фотослое для переноса во второй раствор, поэтому отпечаток после обработки в отбеливателе без ополаскивания и промывки сразу переносят в вираж.

Во втором растворе железистосинеродистый никель, находящийся в фотослое, при обязательном присутствии щелочи (едкого натра) в реакции с диметилглиоксимом дает диметилглиоксим никеля, окрашивающий отбеленное серебро изображения в ярко-красный цвет:



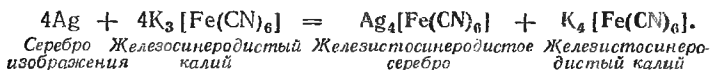
После обработки в вираже следует промывка 10—15 мин.

79. Тонирование фотоотпечатков в красно-фиолетовые тона.

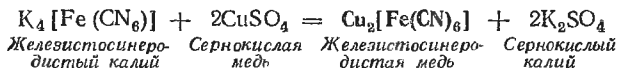
Применяется однорастворный способ с солью меди. Тонирование ослабляет изображение, поэтому при фотопечати фотослой должен быть переэкспонирован в 2—6 раз. Раствор — вираж, кроме основных веществ красной кровяной соли и сернокислой меди содержит стабилизирующе-ускоряющие добавки, не участвующие в тонировании. При составлении раствора может образоваться осадок, исчезающий после дополнительного введения нескольких капель аммиачной воды. Сине-зеленый цвет сообщает раствору сернокислая медь. После вирирования отпечаток промывают 10—15 мин. Состав виража:

Щавелевокислый аммоний, г	16	Поташ, г	4
Сернокислая медь, г	5	Вода, л, до	1
Железосинеродистый калий, г	4	вобр, мин	10—15

Химия тонирования. Процесс тонирования проходит химически одновременно в две стадии. Первая — отбеливание серебра изображения красной кровяной солью с образованием железистосинеродистого серебра и железистосинеродистого калия, являющегося реагентом окрашивающего соединения:



Вторая стадия — реакция между железистосинеродистым калием и сернокислой медью в щелочной среде с образованием железистосинеродистой меди, окрашивающей отбеленное серебро изображения в красно-фиолетовый цвет:



80. Тонирование фотоотпечатков в желтый цвет. Применяют двухрастворный способ с солью свинца: с отбеливателем и виражом. Тонирование усиливает изображение, поэтому фотослой при фотопечати должен быть недоэкспонирован. При тонировании вначале отпечаток отбеливают до полного исчезновения изображения, затем промывают 10—15 мин в проточной воде и переносят в вираж.

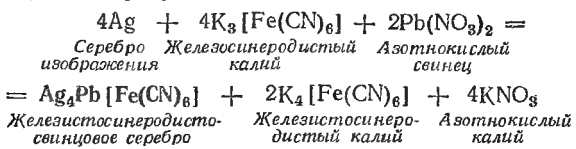
Тонирующие растворы

Отбеливатель	Вираж
Железосинеродистый калий, г 10	Калий двуххромовокислый, г 5
Азотнокислый свинец, г 10	Вода, л, до 1
Вода дистиллированная, л, до 1	Аммиачная вода*

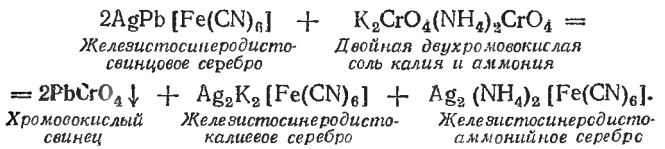
* Аммиачную воду приливают в готовый раствор по каплям до получения светло-желтого цвета.

Химия тонирования. В первом растворе металлическое серебро изображения отбеливают красной кровяной солью с по-

лучением железистосинеродистого калия и железистосинеродистосвинцового серебра:



Во втором растворе — вираже аммиак, реагируя при приливании с двуххромовокислым калием, образует двойную хромовокислую соль калия и аммония: $\text{K}_2\text{CrO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2 \cdot \text{CrO}_4$. Во время вирирования образуется хромовокислый свинец, придающий отбеленному изображению ярко-желтый цвет:



81. Тонирование фотоотпечатков в желто-лимонный цвет. Применяют усложненный двухрастворный способ с реакцией замещения серебра изображения сернистым кадмием. Характерен введением тиосульфата натрия для дополнительной операции — фиксирования. Порядок тонирования:

Первое отбеливание	10—15 мин
Ополаскивание в воде	15—20 с
Обработка в этом же отбеливателе с добавлением к нему раствора тиосульфата натрия* (второе отбеливание)	3 мин
Ополаскивание в воде	10—15 с
Фиксирование (10 г тиосульфата натрия на 500 мл воды)	1 мин
Промывка	10—15 мин
Тонирование в вираже с сернистым натрием	3 мин
Промывка до полного удаления сернистого газа, не менее	15 мин

* Растворить 5 г тиосульфата натрия в 100 мл воды и добавить этот раствор к 500 мл составленного отбеливателя.

Рабочий раствор отбеливателя готовят перед работой из составных растворов. Раствор-1 вливают в раствор-2. Если образуется студенистый осадок, смесь подогревают до 40 °С. Затем добавляют раствор-3. Общий объем отбеливателя 1500 мл.

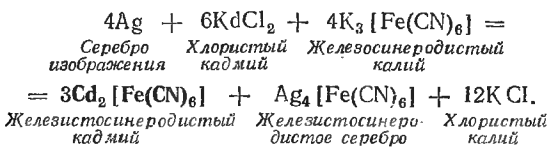
Составные растворы отбеливателя

Раствор-1	Раствор-2	Раствор-3
Хлористый или азотнокислый кадмий, г 15	Лимоннокислый калий, г 150	Железосинеродистый калий, г 5
Вода, мл 500	Формалин 10%-ный раствор, мл 20	Вода, мл 500
	Вода, мл 500	

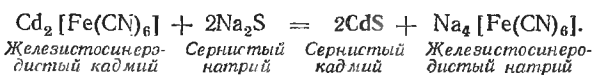
Вираз

Сернистый натрий (ХЧ) — 25 г, вода — 500 мл.

Химия тонирования. При первом отбеливании изображения образуется железистосинеродистый кадмий и железистосинеродистое серебро. При втором отбеливании часть железистосинеродистого серебра превращается тиосульфатом натрия в растворимую комплексную соль и окончательно превращается в нее в отдельном растворе тиосульфата натрия (при фиксировании). Место железистосинеродистого серебра занимает железистосинеродистый кадмий (реакция замещения). При первой промывке (после фиксирования) удаляется хлористый калий и растворимая комплексная соль серебра. После усложненного отбеливания фотослой переносят в вираж. Реакция образования железистосинеродистого кадмия следующая:



В растворе *виража* тонирование проводится сернистым натрием с образованием сернистого кадмия изображения:



82. Тонирование фотоотпечатков в зеленый цвет. Применяют двухрастворный способ. Экспозицию при фотопечати уменьшают, так как тонирование усиливает изображение. Зеленый цвет получается за счет адсорбции на отбеленном серебре изображения одновременно двух адсорбатов: берлинской лазури синего цвета и хромовокислого свинца желтого цвета при их сочетании. Свинцовые растворы, вследствие образования осибных нерастворимых соединений, склонны к разложению, поэтому тонирующие растворы подкисляют кислотами малой концентрации. Порядок тонирования:

Отбеливание, мин	4—5
Промывка до исчезновения желтой окраски, мин	15—25
Вирирование, мин	2,5—3,5
Промывка, мин	5—10

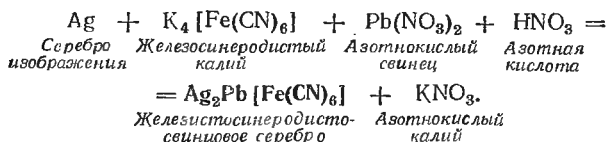
Освобождение изображения от желтизны — обработка в 5%-ном растворе азотной кислоты.

Растворы тонирования

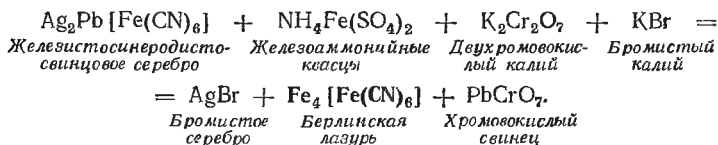
Отбеливатель	Вираж
Азотнокислый свинец, г 17	Железоаммонийные квасцы, г 10
Железосинеродистый калий, г 10	Двуххромовокислый калий, г 5
Азотная кислота	Бромистый калий, г 5
10 %-ная, мл 10	Вода, л, до 1
Вода, л, до 1	

Химия тонирования. В отбеливателе в результате взаимодействия серебра изображения с красной кровяной солью и азот-

нокислым свинцом образуется исходное вещество для адсорбента — железистосинеродистосвинцовое серебро:



В вираже при действии на это вещество компонентов раствора образуются адсорбент — бромистое серебро и адсорбаты — берлинская лазурь синего цвета и хромовокислый свинец желтого цвета:



83. Тонирование фотоотпечатков в фиолетово-коричневые тона на бромосеребряных фотобумагах. Двухрастворное. Цвет получают обработкой тиомочевинной (тиокарбамидом). Оттенки цвета зависят от типа фотобумаги, степени отбеливания и состава виража. Тиомочевина частично растворяет бромистое серебро с появлением желтых оттенков, поэтому в раствор вводят едкий натр, задерживающий растворение, а концентрацию тиомочевины устанавливают низкой.

Отбеливатель	Вираз темно-коричневого тона	Вираз фиолетово-коричневых тонов
Железосинеродистый калий, 5—10	Тиомочевина, г 1	Тиомочевина, г 50
Бромистый калий, г 2—5	Натр едкий, г 4	Бромистый калий, г 25
Вода, л, до . . 1	Вода, л, до . . . 1	Натр едкий, г 15
		Вода, л, до . . . 1

Режим тонирования

Отбеливание изображения частичное или полное до исчезновения серебряного изображения с остатками его коричневых следов.

Промывка в проточной воде 4—5 мин.

Тонирование в выбранном режиме (вираже) 1—2 мин.

Промывка в проточной воде не менее 15 мин.

84. Тонирование фотоотпечатков в золотисто-оранжевый цвет на бромосеребряных фотобумагах. Обработка трехрастворная, в отбеливателе и виражах: первом (хлорной меди) и втором (сернистого натрия). Различные оттенки цвета получают продолжительностью отбеливания от частичного до полного, длительностью обработки хлорной медью и ее концентрацией. Раствор сернистого натрия можно заменить раствором тиомочевины.

Железосинеродистый калий, г 5—10	Медь хлорная, г 75	Сернистый натрий, г 10
Бромистый калий, г 2—5	Вода, л, до 1	Вода, л, до 1
Вода, л, до 1		

Режим тонирования

Отбеливание изображения частичное или полное до исчезновения серебряного изображения с остатками его коричневых следов.

Промыка в проточной воде 5—10 мин.

Первое тонирование 2—3 мин в виразе-1 с хлорной медью.

Промывка в проточной воде 4—5 мин.

Второе тонирование в виразе-2 с натрием сернистым до полного насыщения тона.

Промывка от остатков второго виража и запаха сероводорода 15—30 мин.

85. Протравное тонирование анилиновыми красителями дает возможность придавать черно-белым изображениям разнообразную многокрасочную тональность. Процесс проводят в двух растворах: протравном и тонирующем с красителем. Протравное тонирование основано на способности некоторых солей серебра образовывать с анилиновыми красителями нерастворимые в воде и относительно устойчивые к свету окрашенные соединения — цветные лаки.

В протравном растворе металлическое серебро изображения превращается в соединение, действующее как протрава для красителя, и краситель осаждается на протраве, создавая цветное изображение. Во втором растворе — тонирующем применяют различные анилиновые красители. Наиболее эффективны красители основной группы. Кислотные красители не дают красочной выразительности, поскольку изображение окрашивается поверхностно.

С применением основных анилиновых красителей используют один протравной раствор и один или несколько (по выбору) слабokonцентрированных растворов красителей. Тонируют фотоотпечатки и диапозитивы. Готовые протравно-тонированные отпечатки допускают дополнительную поверхностную окраску, прорисовку и ретушь кислотными красителями.

Требования к фотопозитиву. Для нормального проведения процесса окрашивания необходимо, чтобы изображение имело полностью проработанные детали в тенях и чистые без вуали света. Имеющуюся вуаль удаляют в растворе с красной кровяной солью и тиосульфатом натрия (100) с последующей промывкой. Для окрашивания наиболее благоприятны мягкие и нормальные изображения. При печати с контрастного негатива позитив следует переэкспонировать и несколько недопроявить. Отпечатки с желтой вуалью для протравного окрашивания непригодны. На окрашивание влияет сорт бумаги, лучшие результаты получаются на фотобумагах Унибром и Фотобром.

Протравные растворы. Применяют одноцветное и многоцветное тонирование. Их рабочие растворы отличаются составом

и способом составления. Протраву одноцветного окрашивания составляют из двух растворов, смешиваемых перед работой. Для многокрасочного окрашивания такие растворы непригодны вследствие невозможности адсорбировать протравными изображениями различных красителей и их смесей. Протрава многокрасочного тонирования отличается высоким содержанием лимоннокислого калия и допускает одновременное адсорбирование различных красителей.

*Протравные растворы
одноцветного тонирования*

*Протравной раствор
многоцветного тонирования**

Раствор-1

Раствор-2

Сернокислая медь, г 26	Роданистый калий, г 12
Лимоннокислый калий, г 60	или (роданистый аммоний), г... (20)
Уксусная кислота	Вода, л, до 1
80 %-ная, мл 30	
Вода, л, до ... 1	

Сернокислая медь, г	42
Лимоннокислый калий или натрий, г	260
Уксусная кислота	
80 %-ная, мл	30
или (роданистый аммоний), г	(30)

* Раствор должен быть интенсивного сине-зеленого цвета и прозрачным.

Порядок процесса протравного тонирования

1. *Размачивание* отпечатка или диапозитива (если они сухие), фиксирование в свежем фиксаже и промывка с проверкой следов тиосульфата натрия и применением его разрушителей.

2. *Обработка в протравном растворе* от 0,5 до 15 мин в зависимости от желаемой яркости и насыщенности цветного изображения, степени истощения раствора и типа фотослоя. Обработку ведут до получения светло-коричневого оттенка, поскольку при полиом протравливании исчезают детали в тенях.

3. *Промывка* в течение 15—20 мин не более. Превышение времени промывки приводит к плохому окрашиванию.

4. *Укладка* протравленного отпечатка на ровную поверхность, удаление капель влаги и легкое просушивание. Диапозитивы при однокрасочном тонировании помещают непосредственно в раствор красителя.

5. *Окраска* требуемых мест изображения одним или несколькими красителями осторожно кистью или ватным тампоном до полного тонирования серебра изображения. Излишек красителя на поверхности фотослоя улучшает тонирование. Продолжительность операции тонирования (от 10—15 мин до нескольких часов) определяют практически.

6. *Ополаскивание* в воде 20—40 м.

7. *Осветление* тонированного изображения в 3 %-ном растворе уксусной или соляной кислоты в течение 1,5—3 мин. При этом красители, не вошедшие в протравное изображение, растворяются. Осветление проводят до желаемой плотности окраски светлых мест. Раствор рекомендуется менять, а также чередовать с ополаскиванием в воде. Дополнительное осветление в различных участках белых мест можно проводить кистью или тампоном (при большом формате отпечатка), смоченным

0,5 %-ным раствором тиосульфата натрия или аммиака (водного раствора).

8. *Промывка* в проточной воде.

9. *Сушка*. Излишки влаги удаляют отжатым тампоном.

Растворы красителей основной группы или их смеси готовят с концентрацией 0,3—0,5 % с добавлением того же количества 80 %-ной уксусной кислоты. Для растворения красителей допускается горячая вода, кроме аурамина, разлагающегося при высокой температуре раствора.

Ориентировочно берут следующие количества некоторых красителей:

Краситель	Количество красителя, г/л	Количество уксусной кислоты*	Цвет изображения
Аурамин**	6	6	Желтый
Бриллиантовая зелень***	6	2	Зеленый
Метилвиолет	1	1	Фиолетовый
Сафранин	5	4	Красный
Хризондин	4	6	Оранжевый

* 80 %-ный раствор, мл.

** Раствор аурамина становится прозрачным после добавления уксусной кислоты. Тонировать отпечаток следует только свежеприготовленным раствором.

*** Ярко-зеленый.

Состав тонирующего раствора: анилиновый краситель — 1 — 5 г, уксусная кислота 80 %-ная — до 5 мл, вода — 1 л.

Растворы тонирующих красителей

Синий тонирующий	Желтый тонирующий
Метиленовая синяя, г 4	Аурамин, г 1
Уксусная кислота	Уксусная кислота
80 %-ная, мл 10	1 %-ная, мл 25
Вода, л, до 1	Вода, л, до 1

Зеленый тонирующий	Фиолетовый тонирующий
Малахитовая зеленая, г 4	Метилвиолет, г 4
Уксусная кислота	Уксусная кислота
10 %-ная, мл 10	10 %-ная, мл 10
Вода, л, до 1	Вода, л, до 1

Красный тонирующий

Сафранин, г 1
Уксусная кислота 1 %-ная, мл 25
Вода, л, до 1

86. Тонирование фототпечатков повторным проявлением придает черно-белому серебряному изображению различные цветные оттенки. Плотность оттенков зависит от состава отбеливающего раствора, степени отбеливания и рецепта проявителя. Изменяя время отбеливания, можно варьировать насыщенностью оттенка. Проявление проводят на свету полностью (до

насыщения) до момента, когда изображение перестанет наращать свою плотность. Процесс нестабилен в получении цветových оттенков на различных фотобумагах, поэтому в каждом отдельном случае необходимо проводить пробное тонирование. Для тонирования повторным проявлением с получением трех цветных оттенков известны три типа отбеливателя соответственно для трех типов проявителя при следующем режиме обработки:

- | | |
|-----------------|--------------------------|
| 1. Размачивание | 4. Тонирующее проявление |
| 2. Отбеливание | 5. Промывка |
| 3. Промывка | 6. Сушка |

Получение темно-коричневых оттенков. Готовят отбеливатель из двуххромовокислого калия и проявитель в запасных растворах.

Отбеливатель	Проявитель	
	Раствор-1	Раствор-2
Двуххромовокислый калий, г 25	Метабисульфит калия, г 20	Углекислый аммоний, г 100
Соляная кислота 10 %-ная, мл . . . 10	Бромистый калий, г 5	Вода, л, до ... 1
Вода, л, до 1	Вода, л, до 1	

После отбеливания и промывки отпечатки тонируют в разбавленном и неразбавленном проявителе. Для этого их смешивают в частях в пропорции по схеме: *вода + раствор-1 + раствор-2*. Для темно-коричневых оттенков пропорция проявителя (без воды): 0 + 1 + 2 (проявление быстрое). Для красновато-коричневых оттенков пропорция проявителя с водой 1+1+1 (проявление медленное).

Получение светло-коричневых оттенков с цветовыми вариантами. Готовят отбеливатель из красной кровяной соли и контрастный метол-гидрохиноновый проявитель.

Отбеливатель	Проявитель
Железосинеродистый калий, г 25	Метол, г 1
Аммиак 10 %-ный, мл . . . 10	Гидрохинон, г 12
Вода, л, до 1	Сульфит натрия, г . . . 100
	Поташ, г 100
	Бромистый калий, г . . . 1
	Вода, л, до 1

После отбеливания и промывки проявитель разбавляют водой 1 : 1 и проявляют в нем отпечаток. На цвет изображения влияет состав проявителя, в котором первоначально (до отбеливания) был проявлен отпечаток. *Тонируемый отпечаток может иметь цвет:*

от светло-коричневого до розово-кремового оттенка, если применялся парааминофенол-гидрохиноновый проявитель; красновато-золотистый оттенок — амидоловый проявитель; теплочерный оттенок — метол-гидрохиноновый проявитель.

Получение синеватых оттенков. Готовят отбеливатель из сернистой меди и метоловый проявитель. Обработку в проявителе ведут при разбавлении водой 1 : 1.

Отбеливатель

Проявитель

Сернокислая медь, г	50
Натрий хлористый, г	50
Соляная кислота	
10 %-ная, мл	10
Вода, л, до	1

Метол, г	10
Сульфит натрия, г	15
Сода, г	50
Вода, л, до	1

УСИЛЕНИЕ И ОСЛАБЛЕНИЕ ФОТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

87. Общие сведения. Готовый фотографический негатив, независимо от вида обработки, имеет три оптических параметра: интервал плотности, общую (среднюю) плотность и вуаль. Эти параметры по разным причинам съемки и проявления иногда не соответствуют требуемым величинам и могут быть приведены дополнительной обработкой к норме, пригодной для фотопечати. Для этого применяется химическое усиление и ослабление плотностей изображения. Плохие негативы получаются при неправильной экспозиции при съемке, неправильном проявлении, а также при том и другом вместе. Пределами отклонений могут быть: 1 — нормальная экспозиция с недопроявлением или перепроявлением, 2 — недодержка или передержка с недопроявлением, нормальным проявлением или перепроявлением.

Неправильно проводимые съемки и обработка отрицательно сказываются на основном, результирующем и необходимом параметре негатива — интервале оптической плотности ΔD , связанном с гаммой проявления, поэтому усиление или ослабление должно быть таким, чтобы изменяемые плотности получали интервал, соответствующий интервалу полезных экспозиций L_g выбранного позитивного материала, на котором предстоит фотопечать. Все существующие способы усиления и ослабления в значительной степени подводят этот интервал к требуемой величине, однако не дают результата, эквивалентного условиям нормального экспонирования с правильным проявлением, поскольку видоизменяют экспонетрическую ХК фотослоя. Применение усиления и ослабления в связи с их некоторыми отрицательными характеристиками является необходимостью, а не целью, и только тогда, когда потеря фотоинформационных деталей изображения крайне нежелательна. В зависимости от оптических особенностей плохих негативов при их исправлении предъявляются два требования относительно гаммы негатива: сохранение ее величины и изменение ее в большую или меньшую сторону для получения требуемого интервала оптической плотности ΔD .

Процессы усиления и ослабления требуют чистоты фотохимикатов, растворов и посуды. Незначительные загрязнения, а также отклонения от режима обработки приводят к необратимой порче изображения. Вода основных обрабатывающих растворов и для размачивания негативов перед ослаблением или усилением (не менее 30 мин) должна быть обязательно дистиллированной (при отсутствии допускается вода прокипяченная не менее 20 мин).

Главная особенность усиления и ослабления заключается в невозможности установить точное время обработки вследствие большого разноразброса плотности и контраста негативов.

Основное правило усиления и ослабления заключается в необходимости проб на ненужных негативах в данных условиях и для конкретного фотослоя. Поэтому в справочнике данные времени обработки не критичны и приводятся в интервале минут. Процесс проводят медленно или быстро, но лучше медленнее для возможности контроля.

88. Усиление. Задачей усиления негативов является выявление деталей в тенях, повышение общей (средней) плотности и изменение контрастности изображения. Гамма готового негатива может быть малой в недопроявленных и в переэкспонированных негативах с перепроявлением, сильно завуалированных, в которых интервал плотности изображения лежит на верхнем криволинейном участке ХК. В первом и втором случаях контрастность негативного изображения надо увеличивать. В переэкспонированных негативах с перепроявлением (или с нормальным проявлением) перед усилением негатив следует ослабить.

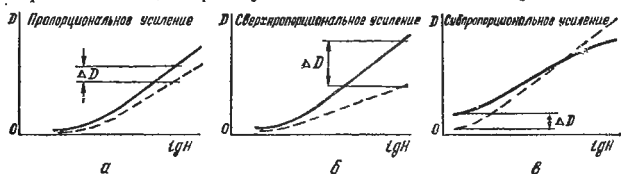


Рис. 69. Сенситометрические характеристические кривые процесса усиления: — — — кривые до усиления, — — кривые после усиления

Усиление заключается в увеличении плотности на всех участках изображения несколькими способами: отложением дополнительных количеств серебра или других веществ; превращением серебра изображения в какое-либо соединение, увеличивающее оптическую плотность; окрашиванием серебра изображения в цвет, неактивный для печатающего света (коричневый, красный или к ним близкий), при котором окрашенное изображение поглощает синие лучи света, действующие на фотобумагу при печати, увеличивая эффективную плотность негатива. При усилении вместе с повышением плотности изменяется гамма негатива: в одних способах увеличивается непропорционально много, в других — мало. По характеру увеличения плотности усиление бывает пропорциональным, сверхпропорциональным и субпропорциональным.

Пропорциональное усиление — процентно-одинаковое увеличение светов и теней изображения (рис. 69, а). Все плотности негатива увеличиваются пропорционально, в одинаковое число раз. Гамма негатива изображения увеличивается незначительно. Негатив становится плотнее. Характерно для недоержанных при съемке и недопроявленных при обработке негативов. Является наилучшим способом усиления в изобразительной фотографии.

Сверхпропорциональное усиление — повышенное увеличение светов относительно теней (рис. 69, б). Зависит от величины плотности: большая наращивает свою величину процентно больше, малая — меньше. Гамма негатива увеличивается значительно с расширением интервала плотности. Характерно для малоплотных негативов, особенно получаемых при репродукциях текстовых и штриховых оригиналов.

Субпропорциональное усиление — повышенное непропорциональное увеличение малых плотностей относительно средних и больших (рис. 69, в). Малые плотности, особенно близкие к вуали, наращивают свою величину значительно. Контраст, в зависимости от режима усиления, может значительно увеличиться, остаться неизменным или уменьшиться. В большинстве случаев гамма негатива уменьшается, общая плотность увеличивается, интервал плотности расширяется. Характерно для контрастных малоплотных негативов. Применять этот способ следует осторожно, так как возможно полное изменение характера изображения.

Отрицательные особенности усиления: плохая воспроизводимость результатов, малая эффективность, недостаточная сохранность усиленных фотослоев, увеличенная зернистость изображения, уменьшенная резкость. С течением времени повышается вуаль, а на усиленном изображении появляются неравномерные полосы (особенно в светлых), уменьшающие равномерность плотности изображения при фотопечати. Негативы, усиленные ураном и сулемой, при длительном хранении выцветают.

В фотографии применяют: хромовый, кобальтовый, медный, свинцовый, сулемовый и другие, а также протравные усилители. Наиболее практичны хромовый и кобальтовый. Сулемовый применяют мало вследствие токсичности раствора. Существуют также оптические способы усиления, однако они относятся к области фотографической печати.

89. Хромовый усилитель. Пропорциональное усиление для незначительного увеличения плотности и контраста изображения недодержанных при съемке и перепроявленных негативов. Цветных оттенков не дает. Процесс заключается в переводе металлического серебра изображения в хлористое посредством отбеливания и в последующем (повторном) проявлении этого хлористого серебра для восстановления его в металлическое с добавочным осаждением на нем нерастворимых соединений хрома ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{CrO}_3$), создавая дополнительные оптические плотности. Хромовый усилитель состоит из трех растворов: отбеливателя (усилителя), осветлителя и энергичного черно-белого проявителя. Мелкозернистые проявители непригодны вследствие большого содержания (более (25—30 г/л)) сульфита натрия, растворяющего хлористое серебро.

Усиление может быть без облучения хлористого серебра (обычные способы) и с облучением. Без облучения обработку проводят для незначительного усиления (до 30 %). С облучением дневным светом, содержащим УФ лучи, или светом дневных ламп ЛД, ЛДЦ усиление общей плотности увеличивается значительно. Степень хромового усиления регулируют следующими операциями:

повторением процесса двух- или трехкратным;

отбеливанием, если плотность усиленного изображения велика, то степень усиления регулируют концентрацией соляной кислоты: в ее уменьшении увеличивается усиление. На 1 л раствора берут от 8 до 12 мл концентрированной соляной кислоты. Соответственное уменьшение или увеличение этих величин ведет к порче изображения;

степенью облучения (засветкой) — интенсивностью и длительностью, в процессе которых УФ излучение создает дополнительную оптическую плотность хлористого серебра (применяется при необходимости увеличения общей плотности и выявления

деталей в тенях), но при этом контраст снижается). Обычный способ усиления облучения не предусматривает, для него достаточен слабый рассеянный свет рабочего места;

степенью повторного проявления, при котором больше выявляются тени, чем света.

Кроме усиления, с облучением применяют три способа хромового усиления: частичное отбеливание при полном чернении, полное отбеливание с частичным чернением, полное отбеливание с полным чернением. Применяют в основном третий способ.

Режим обработки при хромовом усилении

Отбеливание до исчезновения темных участков изображения со стороны подложки. Длительное отбеливание приводит к уменьшению эффекта усиления.

Ополаскивание в воде 5—7 с для удаления с поверхности фотослоя раствора отбеливателя.

Осветление (обесцвечивание), в процессе которого фотослой приобретает молочно-белую, иногда с кремовым оттенком окраску.

Промывка в проточной воде не менее 5 мин.

Облучение (засветка).

Чернение (повторное проявление) в энергичном проявителе 4—5 мин при визуальном контроле. Проявление оканчивается при отсутствии белых пятен со стороны подложки и приобретении чисто черного цвета.

Промывка не менее 10 мин.

Отбеливание, ополаскивание и осветление проводят при слабом рабочем актиничном свете, не влияющем на процесс. Для значительного повышения плотности изображения негатив экспонируют (засвечивают) дневным светом или светом искусственных источников — ламп ЛД или ЛДЦ, содержащих значительное количество УФ лучей. От их воздействия, в зависимости от экспозиции, отбеленный негатив из хлористого серебра синее с получением плотной фиолетовой окраски, соответствующей предельной плотности усиления. Облучение рекомендуется проводить в открытом сосуде с водой.

Отбеливатель
(усилитель)

Осветлитель
(обесцвечиватель)

Проявитель
(чернитель)

Раствор-1

Двуххромовокислый калий, г 50
Вода, л, до 1

Метабисульфит калия, г 30
или бисульфит натрия, г 20—30
Вода, л, до 1

Стандартный СТ-2, ускоренный УП-2, амидоловый и др.

Раствор-2

Соляная кислота 40 %-ная, мл . . . 100
Вода, л, до 1

Составы отбеливателя для степени усиления

Запасные растворы	Малое усиление	Среднее усиление	Большое усиление
Раствор-1, мл	230	230	130
Раствор-2, мл	230	50	10
Вода, мл	120	280	500

Однорастворный отбеливатель может быть нескольких вариантов с изменением двуххромовокислого калия от 1,5 до 25 г/л и соляной кислоты (пл. 1,19) от 2 до 40 мл/л. Наиболее практичен следующий:

Калий двуххромовокислый, г	8	Соляная кислота	
Калий бромистый, г	5	(пл. 1,84), мл	10
		Вода, л, до	1

90. Кобальтовый усилитель. Субпропорциональное усиление — при малом времени обработки (до 10 мин) и сверхпропорциональный — при длительной обработке (30—60 мин). Характерен образованием коричнево-красной окраски, неактивной для печатающего света, а также дублением фотослоя. Составляется из запасных, долго хранящихся растворов, смешиваемых перед работой.

Раствор А*	Раствор Б	Раствор В
Лимоннокислый калий двух- или трехзамещенный, г	Кобальт хлористый, г	Калий железосинеродистый, г
100	50	20
Вода, л, до	Лимонная кислота, г	Вода, л, до
1	20	1
	Вода, л, до	
	1	

* При выпадении белого хлопьевидного осадка раствор фильтруют.

Состав рабочего раствора: А + Б + В = 220 мл + 80 мл. + + 80 мл. Качество усилителя и его работы зависит от чистоты мерной и рабочей посуды, особенно посуды отбеливателя.

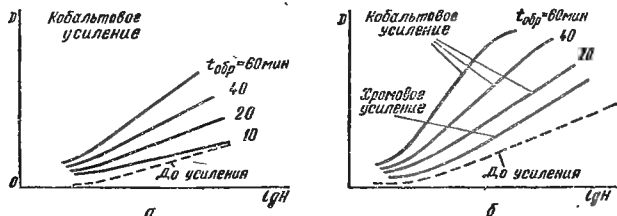


Рис. 70. Сенситометрические характеристические кривые, показывающие эффект усиления в кобальтовом усилителе (а) и эффект комбинированного усиления в хромовом и кобальтовом усилителях последовательно (б)

При субпропорциональном усилении (в течение 8—10 мин) усиливаются малые плотности изображения, а большие не изменяются, благодаря чему общая плотность изображения усиливается за счет наращивания плотностей теней с уменьшением контрастности негатива. Вуаль повышается незначительно.

При сверхпропорциональном усилении, характерном длительной обработкой, после 10—12 мин усиления малые плотности перестают увеличиваться. Начинается увеличение средних плотностей и значительное наращивание больших плотностей (светов) с повышением контраста и общей плотности негатива.

На рис. 70, а показаны кривые зависимости усиливаемой плотности от времени усиления в кобальтовом усилителе. При необходимости усилить изображение в более значительной сте-

пени (для штриховых или текстовых негативов-оригиналов) применяют комбинированное усиление: вначале в хромовом, а затем в кобальтовом (рис. 70, б).

91. Медно-серебряный усилитель, сверхпропорциональный, многорастворный. Дает тройное усиление серебряного изображения. Усиление осуществляется бромной медью. При отсутствии ее получают в растворе сернокислей меди с бромистым калием. Применяют для малокоптрастных недопроявленных негативов. Эффективен для усиления негативов при репродукционной съемке штриховых и текстовых оригиналов. Для исключения влияния актиничного света обработку ведут при светло-красном свеге в четырех растворах: отбеливателе, растворе азотнокислого серебра, осветлителе и в проявителе. При составлении растворов допускается изменение их состава в пределах $\pm 10\%$.

Раствор-1	Раствор-2	Раствор-3	Раствор-4
<i>Отбеливатель</i>		<i>Осветлитель</i>	<i>Проявитель</i>
Сернокислая медь, г 25	Азотнокислое серебро, г 100	Сульфит натрия, г 25	Проявитель СТ-1 или
Бромистый калий, г 25	Аммиак, капли 3—8	Вода, л, до 1	другой аналогичный
Вода, л, до 1	Вода, л, до 1		

Процесс утробения оптической плотности изображения протекает следующим образом. В растворе отбеливателя до помещения фотослоя образуется бромная медь CuBr_2 . При обработке в нем негатива из серебра изображения образуется первая молекула бромистого серебра AgBr и бромистая медь CuBr . При реакции CuBr с азотнокислым серебром во втором растворе образуется атом металлического серебра изображения Ag и вторая молекула бромистого серебра AgBr . После промежуточной операции в третьем растворе негатив обрабатывают в проявителе, в котором две молекулы бромистого серебра восстанавливаются до металлического серебра ($\text{Ag} + \text{Ag}$) и в совокупности с первым полученным атомом серебра образуют изображение из трех атомов серебра 3Ag .

Режим обработки

Отбеливание негатива в растворе-1 (раствор хранят в темном месте с использованием до истощения).

Ополаскивание в воде 15—45 с во избежание растворения бромистой меди, находящейся в фотослое (его иногда в воде осторожно и быстро обтирают мягким ватным тампоном для удаления с поверхности бромной меди). Более длительная промывка, растворяющая бромистую медь фотослоя, лишает получения его тройной плотности.

Обработка в растворе-2 с азотнокислым серебром в течение нескольких секунд (раствор вследствие нестойкости готовят перед применением в требуемом объеме).

Промывка в проточной воде не менее 10 мин.

Осветление в растворе-3 в течение 3—5 мин.

Промывка в проточной воде в течение 3—5 мин.

Проявление в любом (лучше СТ-1) контрастном проявителе.

Промывка в проточной воде не менее 10 мин.

Обработку негативов в медно-серебряном усилителе можно применять не более двух раз вследствие значительного повышения вуали. Для уменьшения усиленной плотности негатив ослабляют в 2 %-ном растворе тиосульфата натрия с последующей тщательной промывкой; 25 %-ный раствор тиосульфата натрия (обычный фиксаж) удаляет все следы усиления.

92. Медный усилитель субпропорциональный одnorастворный. Применяют для контрастных негативов с малоплотными тенями. Обработку ведут в отбеливателе и любом проявителе. Для предотвращения возможной чрезмерной вуали негатив перед усилением предварительно обрабатывают в растворе алюмокалиевых квасцов.

Отбеливатель

Медь сернокислая, г	30	Соляная кислота 10 %-ная	
Калий бромистый, г	30	для устранения помутнения	
Калий двуххромовокислый, г	4	раствора, мл	3—8
		Вода, л, до	1

Режим усиления

Отбеливание негатива до полного исчезновения темных мест со стороны подложки.

Промывка в проточной воде 5—8 мин.

Облучение (засветка): при прямом солнечном свете — в течение секунд, при свете лампы 100 Вт с расстояния не менее полуметра (желательно в воде) — 1—3 мин.

Чернение 10—15 мин в проявителе СТ-1 или аналогичном контрастном, содержащем сульфит натрия не более 20—30 г/л.

Промывка (без фиксирования) в проточной воде 5—8 мин.

93. Свинцовый усилитель сверхпропорциональный трехрастворный. Применяют для негативов текстовых и штриховых оригиналов (без тонких линий, так как они пропадают под образующейся сильной вуалью). Дает повышенную зернистость изображения и для полутонных негативов непригоден. Обработку ведут в трех растворах. Отбеливатель нестойк, готовят его перед работой с обязательным фильтрованием и через час работы выливают. Чернитель выливают после обработки нескольких негативов.

Отбеливатель	Осветлитель	Чернитель
Азотнокислый свинец, г	Соляная кислота, мл	Сернистый натрий, г
50	20	50
Железосинеродистый калий, г	Вода, л, до	Вода, л, до
50	1	1
Вода, л, до		
1		

Режим усиления

Отбеливание негатива 10—15 мин до исчезновения темных мест со стороны подложки и приобретения соломенно-желтой окраски.

Промывка в проточной воде 5—10 мин.

Осветление отбеленного негатива до полного побеления.

Промывка в воде 5—10 мин.

Чернение 10—15 мин до получения черного тона изображения.

Промывка в проточной воде 10—15 мин.

94. Ураниловый усилитель сверхпропорциональный двух-растворный. Дает увеличенную зернистость. Усиливает приданием изображению неактиничной окраски с получением значительной эффективной плотности. После обработки негативы на просвет становятся слабее. В состав усилителя входит азотнокислый уранил и красная кровяная соль. При их взаимодействии с серебром образуется железистосинеродистый уранил $(\text{UO}_2)_2\text{Fe}(\text{CN})_6$, осаждающийся на зернах серебра изображения. В начальной стадии процесса негатив приобретает светло-коричневую краску, которая в течение обработки переходит последовательно в темно-коричневую, коричнево-красную, кирпично-красную и в конце процесса — в огненно-красную, соответствующую высшей усиленной плотности. Степень усиления визуально определить трудно, необходим опыт обработки большого количества негативов. Практически степень усиления определяют изготовлением пробного отпечатка. Усиление происходит за счет поглощения железистосинеродистым уранилом значительной части синих и фиолетовых лучей спектра, актиничных для позитивных пленок и фотобумаг.

Ураниловый усилитель нестойк, чувствителен к свету, быстро темнеет и приходит в негодность. Его готовят из прочных запасных растворов, смешиваемых перед работой. Уксусная кислота вводится для уменьшения дубления фотослоя азотнокислым уранилом. Рабочий раствор составляюг из равных объемов запасных:

Раствор-1

Азотнокислый уранил, г 5
Уксусная кислота
30 %-ная, мл 150
Вода, л, до 1

Раствор-2

Железосинеродистый калий, г 5
Вода, л 1

Режим усиления

Усиление негатива уранилом проводят в течение времени, определяемом степенью требуемой окраски изображения. Обработку ведут при свете. Если на фотослое выделяется кристаллический осадок и образуются пятна, то негатив предварительно обрабатывают две-три минуты в 2 %-ном растворе щавелевой кислоты. Затем после длительного ополаскивания подвергают усилению. Оптимальную плотность негатив получает при коричневом или цвете сепии. Вялый и светлый негатив усиливают до огненно-красной окраски.

Промывка в проточной воде до исчезновения лимонно-желтой окраски. Ее длительность ослабляет изображение, в щелочной воде — значительно. Для предотвращения пятен от некачественной промывки негатив обрабатывают в стоп-ванне (необязательной) из 10 %-ного раствора сернокислого натрия (две-три минуты). Промывку ведут до тех пор, пока вода станет стекать с негатива как с чистой поверхности, а не с жирной — шариками. Желтоватую окраску свегов удаляют ополаскиванием негатива в 5 %-ном растворе хлористого натрия.

Чрезмерное усиление устраняют ослаблением в слабом растворе нашатырного спирта или поташа с последующей промывкой. 10%-ный раствор поташа или раствор нашатырного спирта 1 : 10 полностью снимают усиление.

95. Гидрохинон-тиосульфатный усилитель. В зависимости от степени обработки — пропорциональный к сверхпропорциональному. Однорастворный. Увеличивает зернистость. Дает 10-кратное увеличение плотности. Предпочтителен для очень слабых недодержанных и недопроявленных негативов. Значительная эффективная плотность усиленного изображения достигается окраской серебра в неактиничный коричневый цвет посредством взаимодействия окислившегося гидрохинона и хромовых соединений. Требуется исключительной чистоты посуды, растворов и негативов. Степень усиления зависит от количества хлоридов в фотохимикатах и газа хлора в воде, поэтому необходимы соответствующие требования к воде для составления растворов, мытья посуды перед работой и промывки негативов.

Рабочий раствор усилителя составляют из трех прочных запасных растворов при нормальной температуре. Рабочий раствор составляют в частях по схеме: А + В + В + А, т. е. 1 + 2 + 2 + 1 = 6 частей. Годен в течение одного-двух часов и не сохраняется.

Раствор А	Раствор В	Раствор В
Серная кислота	Метабисульфит	Тиосульфат
10 %-ная, мл . . . 300	калия, г 5	натрия, г 30
Двуххромовокислый	Гидрохинон, г . . . 15	Вода, л, до . . . 1
калий, г 30	Вода, л, до 1	
Вода, л, до 1		

Режим усиления

Подготовка негатива: трехкратная промывка в дистиллированной воде по три минуты при перемешивании.

Усиление негатива в рабочем растворе 8—12 мин. Степень усиления определяют визуально на просвет на белом фоне при сильном белом свете. Усиление считается оптимальным при плотном коричневом цвете в светах и выявленных деталях в тенях: определяют практикой, контролируют пробной печатью. Для визуального определения плотности негатив можно вынимать из раствора, но не ополаскивать. Долгое рассматривание приводит к полосам от подтеков.

Промывка в проточной воде 20—25 мин до полного осветления прозрачных мест негатива.

Чрезмерное усиление устраняют ослаблением цвета до требуемой плотности в свежем кислом фиксаже с сульфитом натрия и серной кислотой. Последующая промывка 15—20 мин.

96. Серебряный усилитель пропорциональный. Применяют для правильно экспонированных негативов, но недопроявленных. Образует дополнительную вуаль. Характерен осаждением на серебре негативного изображения дополнительного серебра из рабочего раствора. Цвет изображения не меняется. Рабочий раствор нестойкий, готовят его из четырех запасных растворов. Обработку ведут в усилителе и в свежем простом фиксаже.

Запасные растворы усилителя

Раствор А	Раствор Б	Раствор В	Раствор Г
Азотнокислое серебро, г	Сульфит натрия, г	Тиосульфат натрия, г	Метол, г ... 12
60	60	100	Сульфит натрия, г
Вода, л, до	1	1	5
			Вода, л, до 1

Состав рабочего раствора в частях по схеме: $B + A + B + Г = 1 + 1 + 1 + 3$. К раствору Б при помешивании медленно приливают раствор А. После образования осадка приливают раствор В. Смесь отстаивается до прозрачности. Затем приливают раствор Г. Готовый раствор применяют немедленно, так как начинает выделяться металлическое серебро.

Режим усиления

Усиление негатива в рабочем растворе не менее 25 мин. Раствор сохраняется 30—40 мин, после чего выпадает осадок, образующий вуаль. При недостаточном усилении в течение 25 мин раствор выливают и готовят новый рабочий раствор для продолжения усиления в течение следующих 25 мин. Процесс продолжают несколько раз для достижения требуемой плотности.

Фиксирование 2 мин в 30 %-ном растворе тиосульфата натрия.

Промывка 20—25 мин в проточной воде.

97. Сернистый усилитель пропорциональный двухрастворный. Зернистость не увеличивает. Применяют для недопроявленных нормально экспонированных негативов. Усиление происходит за счет тонирования серебряного изображения в неактивный коричневый цвет сернистого серебра. Готовят два раствора: отбеливатель (стойкий, сохраняемый в темном месте) и вираж (нестойкий, выливают после работы).

Отбеливатель

Вираж

Калий железосинеродистый, г	40	Натрий сернистый, г	10
Калий бромистый, г	20	Вода, л, до	1
Вода, л, до	1		

Режим усиления: отбеливание до исчезновения темных мест со стороны подложки, *промывка* в проточной воде 5—10 мин, *тонирование* в вираже 1 мин, *промывка* в проточной воде 10—15 мин.

98. Протравные усилители тонируют серебро изображения в неактивный цвет органическими красителями, отчего увеличивается оптическая плотность и контраст негатива. Визуально негатив выглядит слабым и светлым, а для печатающего света представляет значительную плотность. Процесс усиления состоит из протравливания — превращения металлического серебра изображения в химическое соединение — протраву, адсорбирующую краситель, и тонирования в растворе органического красителя. Протрава фотографических усилителей имеет, в основном, положительный электрический заряд, способствующий

щий адсорбированию основных красителей. В практике усиления негативов применяют роданистую и йодную протравы. Процесс проходит аналогично тонированию отпечатков органическими красителями.

Усилитель на роданистой протраве пропорциональный трехрастворный. В результате взаимодействия в протравном растворе сернокислой меди с роданистым аммонием и с серебром изображения образуется двойная соль одновалентной меди и серебра $\text{CuCNS} \cdot \text{AgCNS}$. Эта соль легко адсорбирует основной органический краситель в растворе виража. Приготовление протравного (усиливающего) раствора характерно обязательной последовательностью растворения фотохимикатов, нарушение которой приводит к выпадению осадка и снижению эффективности усилителя.

Приготовление протравного раствора. В 150 мл подогретой воды растворяют сернокислую медь. Затем вводят лимоннокислый калий, а потом кислоту. Далее в 800 мл воды растворяют роданистый аммоний и вливают его в первый (150 мл) раствор малыми порциями при помешивании.

Роданистая протрава	Виразж	Осветлитель
Сернокислая медь, г 5	Аурамин, г 3 или	Соляная кислота 3 %-ная, мл 30
Лимоинонокислый калий, г 50	хризоидин, г 3	Вода, л, до 1
Уксусная кислота ледяная, мл 20	Уксусная кислота 10 %-ная, мл $\geq 1^*$	
Роданистый аммоний, г 20	Вода, л, до 1	
Вода, л, до 1		

* Добавляют до полного осветления раствора.

Режим усиления

Протравливание негатива в роданистой протраве до исчезновения слабых деталей в тенях. Изображение должно быть светло-коричневым. При этом цвете обработка в вираже дает усиление пропорционально серебряным плотностям негатива.

Тонирование в вираже в течение 2—3 мин.

Промывка усиленного негатива не менее 20 мин.

Осветление тонированного негатива от желтизны (в случае недостаточной промывки) до полной прозрачности светлых мест.

Усилитель на йодной протраве пропорциональный двухрастворный. Протрава обладает дубящими свойствами с образованием видимого рельефа. В протраве реакция йодистого калия с серебром изображения дает йодистое серебро, которое, взаимодействуя с кристаллическим йодом, образует йодную протраву. При тонировании в вираже протравленное изображение адсорбирует краситель.

Йодная протрава	Ви́раж
Калний йодистый, г 100	Хризоидин, г 3
Йод кристаллический, г 2	Уксусная кислота
Уксусная кислота	10 %-ная, мл 1*
40 %-ная, мл 4	Вода, л, до 1
Вода, л, до 1	

* Добавляют до полного осветления раствора.

Режим усиления

Протравливание негатива в йодной протраве до полной прозрачности фотослоя. Степень обработки определяют визуально.

Тонирование протравленного негатива в течение 2—3 мин.

Промывка не менее 20 мин до полного удаления йода.

99. Ослабление. Общая характеристика. Задачей ослабления является уменьшение вуали и общей (средней) плотности перепроявленного или переэкспонированного негатива. Ослабление выполняют удалением из фотослоя части металлического серебра изображения посредством превращения его в соль, растворимую в воде или растворе тиосульфата натрия. По характе-

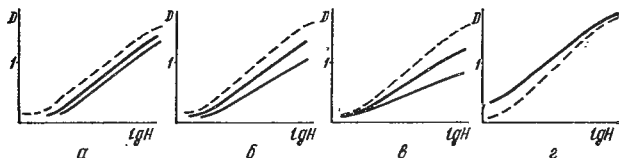


Рис. 71. Характеристические кривые процессов ослабления:

а — поверхностного, *б* — пропорционального, *в* — сверхпропорционального, *г* — субпропорционального; — — — до ослабления, — — — после ослабления

ру снижения плотности ослабление различают: поверхностное (субтрактивное), пропорциональное (суперпропорциональное), сверхпропорциональное и субпропорциональное.

Поверхностное ослабление уменьшает все плотности изображения на одну величину D (рис. 71, *а*). Гамма негатива практически не изменяется. Характерно для переэкспонированных негативов при нормальном проявлении. Применяется во всех случаях, когда надо уменьшить вуаль или снять несколько повышенную общую плотность негатива. Чрезмерное ослабление приводит к потере деталей в тенях.

Пропорциональное ослабление (рис. 71, *б*) уменьшает все плотности изображения в определенное число раз. Большие плотности (света) уменьшаются на значительную величину, малые (тепи) — очень незначительно, гамма негатива снижается. Применяют для уменьшения контраста и ослабления средних и высших плотностей перепроявленного изображения. Действие

этого вида ослабления приводит плотности негатива к величинам, аналогичным нормальному проявлению. Для сохранения деталей в тенях время ослабления критично.

Сверхпропорциональное ослабление (рис. 71, в) — более значительное, чем пропорциональное. Снижает высшие плотности изображения с большим уменьшением гаммы негатива. Малые плотности уменьшаются незначительно. Применяют для ослабления негативов объектов с преувеличенными высшими светлыми с завышенным интервалом яркости.

Субпропорциональное ослабление (рис. 71, г) — значительно уменьшает малые и незначительно снижает высокие плотности изображения с небольшим увеличением контраста. Применяют для ослабления негативов репродукционных штриховых и знаковых оригиналов при завуалированных прозрачных участках, а также для снятия вуали с очень плотных негативов.

100. Ослабитель с железосинеродистым калием и тиосульфатом натрия, ослабитель Фармера, пропорциональный, поверхностный. При обработке негатива в ослабителе вначале происходит отбеливание серебра изображения с получением нерастворимого в воде железистосинеродистого серебра белого цвета $\text{Ag}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Тиосульфат натрия переводит эту соль в серебряно-тиосульфатный комплекс $\text{Na}_4[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_3]$, хорошо растворимый в воде. Изображение отбеливают частично в степени, определяющей снижение плотности. Контроль ослабления визуальный.

Однорастворное ослабление поверхностное. Применяют для удаления вуали и небольшого уменьшения общей плотности изображения в негативах с небольшой передержкой. Длительное ослабление приводит к полной потере теней и средних плотностей изображения. Однорастворный ослабитель нестойк в работе и при хранении, поэтому составляют два запасных раствора. Активность ослабителя устанавливают количеством вводимых веществ. Рациональное количество — минимальное, поскольку при относительной длительности процесса исключает возможность переослабления. Перед работой оба раствора смешивают, иногда с разбавлением водой.

Характерная особенность: вначале процесса ослабитель действует медленно, а к концу — быстро. Это требует внимательного отношения к проведению процесса. Для контроля плотности негатив вынимают из ослабителя, быстро ополаскивают в воде для исключения подтеков и наблюдают изображение на просвет на фоне белого листа бумаги. Ослабление прекращают, когда осмотр покажет, что негатив ослаблен почти до требуемой плотности. Затем следует промывка в проточной воде не менее 15 мин. В процессе отбеливания при изменении первоначальной окраски рабочего раствора в него добавляют одну часть первого запасного раствора. Характер действия ослабителя зависит от концентрации железосинеродистого калия: при небольшой (0,5 %) происходит пропорциональное ослабление, при большой — поверхностное.

Ослабители Фармера однорастворные для смешивания

Раствор-1	P-4	P-4a	ОФ
Калий железосинеродистый, г	10	75	10—35
Вода, л, до	1	1	1

Раствор-2

Тиосульфат натрия, г	300	240	150—300
Вода, л, до	1	1	1

Смесь рабочего раствора

Раствор-1, мл	40	15	50
Раствор-2, мл	40	60	50
Вода, мл	300	500	400

Двухрастворное ослабление поверхностно-пропорциональное. Применяют в основном для перепроявленных негативов. Вначале изображение отбеливают в растворе-1 с красной кровяной солью. Негагив ослабляют по времени, устанавливаемое пробой, в зависимости от плотности изображения и активности первого раствора. Затем негатив переносят в раствор-2 с тиосульфатом натрия для полного растворения части отбеленного серебра и завершают процесс промывкой. Раздельная обработка более длительна, но позволяет более гибко управлять процессом без опасности переослабления. Разбавление водой 1 : 1 позволяет применять растворы поверхностно.

Ослабители Фармера двухрастворные

Раствор-1

Раствор-2

Калий железосинеродистый, г 7,5	Тиосульфат натрия, г . . .	200
Вода, л, до	Вода, л, до	1
$t_{обр}$, мин	$t_{обр}$, мин	4—5

101. Ослабитель щавелево-железный поверхностно-пропорциональный одиорастворный. В ослабляемом негативе отбеленное серебро изображения получается в виде комплексной натриево-серебряно-щавелевой соли $Na_4 [Ag_2 (C_2O_3)_3]$, растворимой в воде. Для ее получения необходим тиосульфат натрия и железощавелевый калий. Последний применяется в растворе непосредственно или получается взаимодействием, например, хлорного железа со щавелевокислым калием или хлорного железа с другими веществами. С этой целью применяют одну из трех модификаций рабочих растворов ослабителя. Процесс ослабления проводят с визуальным контролем, прополаскивая негатив в воде для удаления подтеков, и прекращают, когда осмотр покажет, что негатив ослаблен до требуемой плотности. Можно применять и двухрастворное ослабление, отделив для этого тиосульфат натрия в отдельный (второй) раствор.

Порядок приготовления ослабителя. После растворения первых двух веществ встряхивают раствор и растворяют щавелевую кислоту до образования ярко-зеленой окраски. Если образуется осадок, его фильтруют через марлю, затем вводят тиосульфат натрия.

Модификации рабочих растворов ослабителя

Первая*

Вторая

Третья**

Железо-щавелевый калий, г	50	Хлорное железо, г	32	Хлорное железо, г	25
---------------------------	----	---------------------------	----	---------------------------	----

* Вначале растворяют первые два вещества в 500 мл воды и дополняют водой до объема 0,7 л, затем растворяют остальные вещества.

** Хорошо сохраняемая.

Сульфит	Щавелевокислый	Лимоннокислый
натрия, г . . . 20	калий, г 62	калий, г 75
Вода, л, до . . . 0,7	Вода, л, до . . . 0,7	Сульфит натрия, г 30
Щавелевая	Щавелевая	Лимонная
кислота, г . . . 13	кислота, г 13	кислота, г 20
Тиосульфат	Тиосульфат	Тиосульфат
натрия, г . . . 250	натрия, г 250	натрия, г 200
Вода, л, до . . . 1	Вода, л, до . . . 1	Вода, л, до . . . 1

102. Ослабитель с двуххромовокислым калием поверхностно-пропорциональный однорастворный. Ослабитель ОРВО-704 готовят в одном растворе на недельный срок хранения и перед работой разбавляют водой. Ослабитель Колосова составляют из двух долгохранящихся растворов, смешивают их непосредственно перед работой и после выливают. Ослабление проводят на слабом свете. Вуаль снимается при значительно сокращенном времени обработки или в специальном слабом растворе для снятия вуали. В процессе ослабления (отбеливания) серебро изображения превращается в хорошо растворимое в воде серно-кислое серебро.

Растворы ослабителя

	ОРВО-704 пропорцио- нальный	Ослабитель для снятия вуали	Ослабитель Колосова поверхностный	
			Раствор-1	Раствор-2
Двуххромовокис- лый калий, г 1		0,5	10	—
Серная кислота 10 %-ная, мл 20		10	—	200
Вода, л, до 1		1	1	1
Состав рабочего раствора . . . Разбавление		—	10 мл	400 мл
	водой 1:1			
t _{обр} , мин . . . 5—10		1—3		8—12

Режим ослабления

Ослабление (отбеливание) в выбранном растворе с визуальным контролем в течение указанного времени.

Ополаскивание 2—3 с в воде.

Освещение (фиксирование) в свежем кислом фиксаже до удаления окраски.

Промывка не менее 15 мин в проточной воде.

103. Ослабитель с марганцовокислым калием и надсерно-кислым аммонием пропорциональный однорастворный. Перед ослаблением готовят два раствора и смешивают в пропорции 1 : 3 и после выливают. Негатив ослабляют на свету с визуальным контролем до требуемой степени. Коричневую окраску удаляют в осветлителе без ополаскивания. Ослабленный негатив промывают в проточной воде не менее 15 мин.

Раствор-1

Раствор-2

Марганцово-кислый калий, г	0,1—0,3	Надсернокислый аммоний, г	30	Метабисульфит калия, г	10
Серная кислота 10 %-ная, мл	5—15	Вода, л, до	1	Вода, л, до	1
Вода, л, до	1				

104. Ослабитель с марганцовокислым калием и серной кислотой пропорциональный. Применяют для незначительно проявленных или переэкспонированных негативов. Характерен сложностью химических воздействий фотохимикатов с серебром изображения, быстрым растворением в воде всех продуктов реакции и медленным растворением отбеленного в процессе ослабления сернокислого серебра Ag_2SO_4 . *Характерная особенность:* действие ослабителя немедленно прекращается при переносе обработанного негатива в воду. Плохо отфиксированные и недостаточно отмытые негативы после ослабления окрашиваются или на них образуются пятна.

Первый вариант ослабителя. Рабочие растворы нестойки, поэтому, в зависимости от степени отбеливания, применяют различную концентрацию марганцовокислого калия. Для долгого хранения готовят стойкие запасные растворы. После растворения марганцовокислого калия раствор обязательно фильтруют и хранят в банке из коричневого стекла в темноте.

Запасные растворы

Модификации

Раствор-1	Первая	Вторая	Третья
Калий марганцовокислый, г	0,3	1	10
Вода, л	1	1	1

Раствор-2

Серная кислота 10 %-ная, мл	100	—	—
Серная кислота концентрированная, мл	—	5	20

Состав рабочего раствора

Раствор-1, мл (или часть)	400	(1)	18
Раствор-2, мл (или часть)	10	(1)	330
Вода, части	—	8	—
$t_{\text{обр}}$, мин	3—6	Визуально	12—15

Второй вариант ослабителя. Обработка проводится в два этапа: ослабление в одном из растворов (ОРВО-706 или ОРВО-707) и осветление фотослоя от коричневой окраски в кислом фиксаже с последующей промывкой не менее 15 мин. Пятна и окраску фотослоя удаляют в одном из осветлителей с последующей промывкой не менее 10 мин.

ОРВО-706 ОРВО-707

Алюмокалиевые квасцы, г	—	50
Калий марганцовокислый, г	2	0,5
Вода, л, до	1	1
$t_{обр}$, мин	2—5	5—10

Осветлитель-1

Осветлитель-2

Сульфит натрия, г 75	Метабисульфит калия (нат-
Щавелевая кислота, г 30	рия), г 50
Вода, л, до 1	или бисульфит натрия, г . . . 50
	Вода, л, до 1

105. Ослабитель с железоаммонийными квасцами пропорциональный. Характерная особенность: ослабление ведут по времени, устанавливаемому практически, не вынимая негатив из раствора. Превышение этого времени и случайное воздействие на отбеливаемый негатив воздуха приводит к исчезновению деталей в тенях и нарушению пропорциональности ослабления. При нормальной обработке плотности в тенях почти не изменяются, в светлых ослабляются значительно. Ослаблять свыше 7—8 мин нельзя. При 6-минутной обработке средняя плотность негатива снижается на треть. Процесс ослабления ведут на свету, затем негатив промывают не менее 15 мин.

Модификации ослабителя

	Первая	Вторая
Железоаммонийные квасцы, г	15	9
Серная кислота (пл. 1,84), мл	10	6
Вода, л, до	1	1
$t_{обр}$, мин	4—8	6—12

106. Ослабление в кислом фиксаже пропорциональное. Необходимое условие — свежий фиксаж. Негатив ослабляется в присутствии окисляющего вещества. Процесс ускоряется при введении в раствор фиксажа хлористого аммония. Составление рабочего раствора: из трех запасных вначале готовят третий раствор и выдерживают его 20—30 мин. Затем составляют и смешивают первый и второй растворы. После отстаивания смеси в нее приливают третий раствор медленно при помешивании. Энергичность ослабления зависит от типа фотослоя. После обработки следует промывка не менее 15 мин.

Запасные растворы ослабителя

Раствор-1	Раствор-2	Раствор-3
Тиосульфат натрия, г 400	Аммоний хлористый, г 100	Сульфит натрия, г 50
Вода, л, до 1	Вода, л, до 1	Серная кислота (пл. 1,84), мл . . . 6
		Вода, л, до 1

107. Ослабитель с повторным неполным проявлением. Степень ослабления от сверхпропорционального до пропорционального, в зависимости от длительности обработки. Процесс заключается в отбеливании серебра изображения и проявлении отбеленного серебра в сильно разбавленном (до 1 : 6) или выравнивающем проявителе, не имеющем растворителя галогенного серебра (например, роданистого калия) и содержащего до 20—30 г/л сульфита натрия (СТ-1). При отбеливании получается бромистое (AgBr) или хлористое (AgCl) светочувствительное серебро, поэтому ослабление допускается проводить при ярко-красном или слабом отраженном белом свете. Изображения отбеливают полностью, проявляют — частично, до величины плотности, соответствующей степени ослабления. Эта степень зависит от энергичности проявителя: чем он активнее, тем меньше ослабление в тенях относительно высших светов.

Растворы для ослабления

Отбеливатель-1	Отбеливатель-2
Железосинеродистый калий, г 35	Натрий хлористый, г 100
Калий бромистый, г 10	Сернокислая медь, г 100
Вода, л, до 1	Серная кислота 10 %-ная, мл 250
	Вода, л, до 1

Режим ослабления

Отбеливание серебряного изображения негатива — проводят полностью, по всей толщине фотослоя.

Промывка в проточной воде 4—5 мин для устранения остатков отбеливателя.

Осветление до полного исчезновения окраски (если она не удаляется после промывки) в 1—3 %-ном растворе метабисульфита калия или бисульфита натрия.

Промывка после осветления 4—5 мин.

Проявление, например, в проявителе СТ-1, разбавленном от 1 : 3 до 1 : 6. Разбавление с более медленной обработкой заметно уменьшает контраст изображения с уменьшением зернистости. Возможна обработка в энергичном амидоловом проявителе со спиртом следующего состава:

Сульфит натрия, г 30	Этиловый спирт, мл 100
Амидол, л 5	Вода, л, до 1

Спирт предназначен для дубления желатины, отчего тормозится проявление светов изображения по глубине фотослоя, характерное для явления сверхпропорциональности. Поверхностные слои фотослоя (гени изображения) проявляются нормально, чем достигается снижение гаммы негатива. Этот эффект можно получить в любом проявителе (СТ-1), у которого 30 % воды заменены спиртом. Проявление ведут до требуемой плотности деталей в тенях и контраста изображения. Высшие плотности при этом нарастают с активностью проявления и его длительностью.

Фиксирование — в кислом фиксаже. В нем растворяется непроявленное галогенное серебро белого цвета. Пропадание белых мест в фотослое указывает на окончание фиксирования.

Промывка в проточной воде не менее 15 мин.

108. Ослабитель с надсернистым аммонием сверхпропорциональный. Значительно уменьшает контраст изображения за счет большого снижения высших плотностей изображения (светов) и сохранения малых (теней). В процессе взаимодействия серебра изображения с веществами ослабителя образуется сернистый аммоний, обязательный для энергичного растворения образующегося вместе с ним сернистого серебра Ag_2SO_4 . Сильное растворение сернистого серебра выражает эффект сверхпропорциональности. Значительное влияние на ослабление оказывает хлористый натрий, образующий в растворе слабую соляную кислоту. Она увеличивает способность надсернистого аммония сильнее действовать на большие плотности изображения, не влияя на малые (тени), т. е. повышает степень сверхпропорциональности с понижением гаммы. Поэтому в некоторые растворы ослабителей добавляют 0,01—0,02 г/л хлористого натрия. Применяют несколько модификаций ослабителя, из которых распространен наиболее простой. Рабочие растворы ослабителя нестойки и после работы их выливают. Характерная особенность: сверхпропорциональное действие ослабителя требует тщательности и четкости в работе, чтобы не переослабить изображение и не нарушить эффект сверхпропорциональности. При чрезмерно активном ослаблении допускается разбавлять ослабитель водой 1 : 1.

Режим обработки

Ослабление негатива в одном из ослабителей при обычном белом свете. Вначале изображение ослабляется медленно, затем ускоряется. Для контроля процесса нельзя вынимать негатив из раствора, поскольку нарушается степень сверхпропорциональности. Рекомендуется применять белую посуду для растворов и просматривать плотности на просвет на белом фоне. Началом действия ослабителя является помутнение раствора над плотными участками изображения (светами). Над тенями помутнения не образуется. Ослабление светов происходит быстро, не затрагивая теней. Несколько раньше, чем ослабятся светов до требуемой плотности, негатив вынимают и без задержки и ополаскивания переносят в стоп-раствор из сульфита натрия.

Стоп-ванна — обработка в стоп-растворе в течение 5—10 мин. Возможна замена сульфитной ванны на кислый свежий фиксаж.

Промывка 15 мин в проточной воде

Растворы для ослабления

	Ослабитель-1	Ослабитель-2*	Стоп-раствор
Надсернистый аммоний, г	10—20	50	Сульфит натрия, г
Серная кислота 10 %-ная, мл	5—15	—	50—100
Аммиак 25 %-ный, мл	—	40	Вода, л, до 1
Натрий хлористый, г	—	20	
Тиосульфат натрия, г	—	250	
Вода, л, до	1	1	
$t_{обр}$, мин	—	3—4	

* Для более значительного ослабления светов.

109. Ослабитель с тониrowанием берлинской лазурью сверхпропорциональный однорастворный. Значительно понижает контраст и несколько уменьшает зернистость изображения. Синий цвет высветляет негатив и способствует избирательному действию печатающего света. Эффект сверхпропорциональности выявляется берлинской лазурью, задерживающей красные и пропускающей синие и УФ-лучи света, при которых выдержка сокращается. Контраст негатива изображения уменьшается за счет уменьшения интервала плотности между синеокрашенными тенями и светами негатива. Ослабитель нестойкий, состоит из трех запасных растворов, смешиваемых вместе в равных количествах (1+1+1). Обработку ведут при слабом отраженном белом или ярко-красном свете. После работы раствор выливают.

Запасные растворы ослабителя

Раствор-1	Раствор-2	Раствор-3
Железосинеродистый калий, г. . . 10	Железоаммонийные квасцы, г. . . 22	Щавелевая кислота, г. 50
Двуххромовокислый калий, г. 0,15	Вода, л, до . . . 1	Вода, л, до . . . 1
Вода, л, до . . . 1		

Режим обработки

Отбеливание с тонированием 5—10 мин до получения интенсивно синего цвета изображения.

Ополаскивание в воде до 1 мин.

Освещение в растворе: вода — 1 л, тиосульфат натрия — 50 г.

Промывка в проточной воде не менее 15 мин.

ПРОЯВЛЕНИЕ ЧЕРНО-БЕЛЫХ ОБРАЩАЕМЫХ ФОТОМАТЕРИАЛОВ

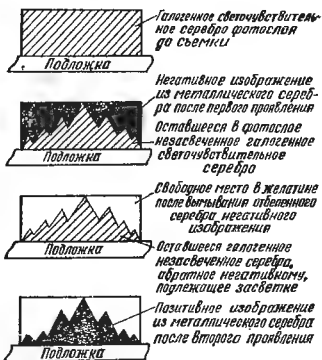
110. Общие сведения. Получение после съемки и обработки непосредственно позитивного изображения называется процессом обращения, а материалы для него — материалами с обращением*. Процесс обращения заключается в том, что при обработке вначале получают негативное изображение, которое затем отбеливают (окисляют) с целью растворения и вымывания из фотослоя, а оставшееся в нем незасвеченное галогенное серебро переводят в позитивное (обращенное относительно негативного) изображение посредством засветки и второго проявления. Процесс получения обращенного изображения по существу воспроизводит двухступенный негативно-позитивный процесс, но на одной подложке (рис. 72). Процесс обращения можно проводить на любых фотоматериалах, однако малая гамма, недостаточная высшая плотность и малая фотографическая широта большинства материалов не позволяют получать на них обращенные изображения с параметрами, приемлемыми для визуального восприятия.

* Название «обращаемые» или «обратимые» материалы — неправильно, поскольку обращаются не материалы, а изображение. Однако это название по своей простоте и звучности прижилось в фотографической практике и литературе.

При технических работах для прямого получения позитивного изображения: изготовления титров в кинотехнике, получения буквенно-штриховых изображений и других на некоторых материалах, имеющих $D_{\text{макс}} \geq 2$, получить обращенное изображение можно с некоторой потерей качества. К таким материалам относятся, например, пленки «Микрат», МЗ-3 и некоторые фототехнические ФТ. На пленках «Фото» и кинопленках КН и НК процесс обращения возможен для получения только полутонных позитивных изображений без больших плотностей ($D_{\text{макс}} \approx 2$). Для таких пленок после первого проявления характерна засветка оранжевым светом (например за фильтром $0=2,8^+$ или другим желто-оранжевым) в течение не менее 20 мин с расстояния примерно 0,5 м, поскольку при двухслойном строении этих пленок нижний слой не-сенситивизирован и при засветке белым светом, содержащим синефиолетовые лучи, дает при втором проявлении дополнительное равномерное почернение всего изображения аналогично сильной вуали.

Обращаемые черно-белые пленки можно обрабатывать по стандартному, медленному или быстрому процессу. Первый про-

Рис. 72. Схема обращения негативного изображения в позитивное (обращенное) при химико-фотографической обработке



водят и сильно щелочных энергичных проявителях при нормальной температуре, второй — в слабощелочных, третий — в высокощелочных проявителях при повышенной температуре. Все процессы состоят из одинаковой последовательности операций, а режим обработки — из двух этапов: первого и второго проявлений, при которых воспроизводятся соответственно негативное и позитивное (обращенное) изображения. По истечении половинного времени отбеливания работать можно при слабом свете лампы накаливания 25 Вт.

Операции первого проявления, проводимые в темноте

Первое проявление — начало обработки отснятой пленки — основная и определяющая стадия процесса обращения по формированию позитивного изображения. В ней после съемки (первого экспонирования) получают негативное изображение объекта с определенной плотностью, контрастностью и другими параметрами фотослоя, характеризующими определенное качество будущего обращенного изображения. В качестве проявляющих веществ применяют супераддитивные смеси: метол-гидрохинон, фенидон-гидрохинон, вызывающие активное проявление для получения высокой гаммы и соответственно обязательного предельного значения $D_{\text{макс}}$. Недопроявление негатива и неполучение $D_{\text{макс}}$ оставляет часть галогенного серебра в фотослое и при

втором проявлении создает дополнительную плотность в светах, делая их грязными. Амидоловые проявители вследствие быстрого окисления и малой сохраняемости не применяются.

Количество противовуалирующих веществ (ПВВ) увеличено, часто с применением двойных веществ: бромистого калия и бензотриазола, так как к вуалированию предъявляются высокие требования для получения хороших светов в позитиве. В зависимости от временного процесса в первом проявителе применяют поташ, соду или едкую щелочь. В первый проявитель вводят роданистый калий (или другое аналогичное вещество), способствующий растворению того галогенного серебра, которое может остаться при недопроявлении светов и создать грязь на них в позитивном изображении.

Длительностью первого проявления выявляют светочувствительность пленки*. Однако при завышенном времени первого проявления растворение роданистым калием галогенного серебра снижает максимальные плотности, отчего позитивное изображение становится малоплотным и вялым. Поэтому удлинение первого проявления с целью увеличения светочувствительности при роданистом калии в растворе не дает значительного выигрыша, кроме недостатков. Повышать светочувствительность длительной обработкой следует в проявителях без роданистого калия с малыми количествами ПВВ. В случае получения лишних плотностей изображение можно ослабить при операции осветления или после нее.

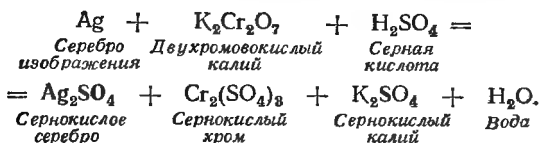
Промывка после проявления предназначена для выведения из фотослоя остатков проявителя и продуктов реакции. Для разных фотослоев ее длительность различна и с повышением температуры уменьшается. Непременное условие — проточная вода при интенсивном перемещении фотослоя.

Отбеливание (окисление) проявленного негативного изображения иногда называют процессом обращения. Оно предназначено для превращения полученного металлического негативного изображения в растворимую соль серебра, диффундирующую из фотослоя в раствор. Наилучшим отбеливателем является двуххромовокислый калий. Красная кровавая соль применяется редко, поскольку влияет на галогенное серебро. Реже применяют марганцовокислый калий, так как он сильно окрашивает фотослой. Другие вещества иногда вводят для ускорения и стабильности процесса. Отбеливание проводят полностью, до исчезновения следов изображения со стороны подложки, и устанавливают определенным временем обработки. При малом времени, истощенном растворе или пониженной температуре раствора негативное изображение отбеливается не полностью. Оставшееся неотбеленное металлическое серебро остается в фотослое и делает конечное обращенное изображение серым с плохо различимыми деталями. Отбеливание проходит в кислой среде, поэтому в раствор вводят какую-либо кислоту, чаще — серную. В применяемых для обработки готовых расфасованных фотохимикатов серная кислота заменена кислым сернокислым калием.

Химия отбеливания протекает следующим образом: при воздействии на металлическое серебро изображения двуххромовокис-

* В отличие от черно-белых негативных фотопленок для обрабатываемых число светочувствительности определяется при $D_{кр} \approx D_0 + 0,9$.

лого калия с серной кислотой получается требуемая растворимая сернокислая соль серебра и другие растворимые соли:



Наличие серной кислоты в растворе обязательно: она ускоряет реакцию и при ней сернокислое серебро и другие образовавшиеся соли хорошо растворяются в воде. В конце процесса отбеливания в фотослое остается только незасвеченное галогенное серебро, соответствующее позитивному (обращенному) изображению. Окончание отбеливания определяют по исчезновению черного серебра со стороны подложки. При этом пленку рассматривают при свете лампы 25 Вт.

Промывка после отбеливания удаляет из фотослоя остатки отбеливателя и растворимых солей, однако не удаляет всех соединений хрома, поэтому применяют осветляющую ванну. В городских местностях хлорированная водопроводная вода может дать вуаль, вызываемую осаждением на пленке хлористого серебра.

Осветление необходимо для обесцвечивания окрашенного в предыдущей операции отбеленного серебра и желатины фотослоя. Без осветления портится изображение и раствор второго проявления. Осветляющий раствор содержит большое количество сульфита или бисульфита натрия, переводящего соединения отбеливающего вещества в растворимые в воде соли. Иногда добавляют немного тиосульфата натрия. В процессе работы осветлитель портится, снижая степень обесцвечивания. Если в осветляемом фотослое заметны даже самые слабые следы желтого цвета, раствор следует заменить. Фотослой должен быть полностью освобожден от отбеливателя. При обработке большого количества фотоматериала осветлитель необходимо часто заменять.

Если в процессе промывки после отбеливания образуется вуаль из осевшего на фотослой хлористого серебра, то ее удаляют введением в осветлитель роданистого калия или тиосульфата натрия в количестве 5—10 г/л. Отсутствие вуали определяют по исчезновению молочного налета на черных местах пленки при рассматривании на черном фоне во встречном свете. Превышение нормы этих веществ и времени осветления приводит к ослаблению плотности позитивного изображения с уменьшением контраста.

Промывка — последняя операция первого проявления. Обычно проводится на свету и совмещается с засветкой. Удаляет из фотослоя осветляющий раствор и другие продукты реакций, оставшиеся в фотослое.

Операции второго проявления, проводимые на свету

Засветка — второе экспонирование фотослоя — образует скрытое позитивное изображение, обратное негативному. Оставшееся после отбеливания галогенное серебро чаще всего засвечивают полностью с получением сиреневого оттенка. Наиболее

эффективно засвечивать фотослой с обеих сторон. При частичном экспонировании (неполная засветка) можно управлять плотностью и контрастностью позитивного изображения, поскольку оно будет строиться из меньшего количества металлического серебра. Неполная засветка применяется, например, при малой съёмочной экспозиции (недодержке), дающей в позитиве завышенные плотности, что видно после первого проявления, или при большом интервале яркости объекта, в котором высшие светя сливаются с высокими. В этом случае неполная засветка с понижением плотности их разделяет, уменьшает гамму позитивного изображения и увеличивает полезную фотографическую широту. Неполная засветка при вторичном проявлении изменяет ХК, делая ее несколько положе, снижает предельные плотности, повышает светочувствительность фотослоя. Для изменения этих параметров засветку дозируют изменением времени или освещенности. Определяют световую дозировку по пробам съёмки и обработки. Засветку проводят светом обычной лампы 75—100 Вт с расстояния 1—2 м. Удобно засветку проводить в сосуде с водой.

Второе проявление восстанавливает засвеченное галогенное серебро до металлического черного цвета (отсюда второе название операции — чернение) с образованием позитивного (обращенного) изображения. Его оптические параметры S , D_0 , γ , $D_{\text{ср}}$, $D_{\text{макс}}$ зависят от режима первого проявления и засветки. Второе проявление на эти параметры влияет мало. Недопроявление несколько снижает общую плотность изображения. Его действие сходно с действием ослабителя Фармера, но влияет еще меньше. При длительном проявлении изображение вместо черного может стать желто-коричневым и пятнистым. С увеличением концентрации проявителя изображение принимает зеленый оттенок. От первого проявителя второй отличается отсутствием роданистого калия, способствующего появлению вуали. Для второго проявления наиболее подходит контрастно работающий проявитель для форматных пленок ФТ.

Восстановление галогенного серебра позитивного изображения без засветки и второго проявления может быть заменено чернением (111).

Промывка в проточной воде после второго проявления удаляет из фотослоя остатки проявителя и продукты реакции.

Фиксирование проводят для удаления из слоя галогенида серебра, оставшегося по каким-либо причинам после первого и второго проявления. Его исключительно малое количество допускает быстрое фиксирование. Без фиксирования даже ничтожные остатки серебра могут испортить изображение в процессе хранения обработанных пленок.

Промывка в конце всего процесса (окончательная) удаляет из фотослоя остатки фиксажа и других возможных веществ. Особенно важна последняя промывка для удаления серебряных солей, которые могут возникнуть во время фиксирования. Ее качество определяет длительность хранения обращенного изображения.

111. Сведения о режимах обработки обрабатываемых фотоматериалов. Обработка по стандарту различается рецептами и режимами для различных фотоматериалов. Разные технологии различных фирм также предусматривают соответствующие процессы, которые могут быть пригодны и для отечественных фотоматериалов. При обработке пленок типа ОЧ добавление во второй

проявитель бромистого калия до 7 г/л улучшает разрешающую способность позитивного изображения.

Существует много рецептов обрабатывающих растворов, отличающихся незначительными отклонениями количеств фотохимикатов от стандартного. При их выборе желательно пользоваться одним, более удобным в данных индивидуальных условиях, однако при этом обязательна пробная обработка. Для нее привязкой служит время проявления, указанное на упаковке пленки или в ее паспорте. В рецептах справочника время обработки дается в заданном интервале, из которого точное время указано или определяется пробой.

Значительное ускорение и упрощение процесса обработки обрабатываемых материалов может быть осуществлено заменой второго проявления и некоторых других процессов одним процессом — *чернением*. Для этого можно применять чернящую, черняще-фиксирующую или осветляюще-фиксирующую ванну. Последняя может значительно сократить общее время обработки. Чернение — неизбирательный процесс восстановления незасвеченного галогенного серебра, оставшегося в фотослое после первого проявления и отбеливания, и происходит в растворах двухвалентного олова, гидразина, гидросульфита и других активных восстановителей, а также в растворах тиомочевины или сернистого натрия (наиболее доступных веществ) с переводом галогенного серебра в сернистое. При обработке с чернением обращенное изображение приобретает коричневый оттенок и не регулируется по плотности и контрастности.

112. Стандартная обработка черно-белых обрабатываемых отечественных фотокиноплёнок **ОЧ**. Установлена для нормальных условий обработки в нормальных (неконцентрированных) растворах.

Режим обработки

	Время проявления, мин		Температура, °C
	ОЧ-45 ОЧ-180	ОЧТ-45 ОЧТ-180	
Первое проявление	6—12	2—6	20±0,5
Промывка	10	4	10...20
Отбеливание	7	4	18...20
Промывка	5	4	10...20
Осветление	7	4	18...20
Общая засветка*	1—10	1—10	18...20
Второе проявление**	6	3	20±0,5
Промывка	1	2	10...20
Фиксирование	5	2	18...20
Промывка	20	20	18...20
Сушка	—	—	20...30

* Лампой 75—100 Вт с расстояния 0,25—0,5 м от пленки, находящейся в воде, или на расстоянии 1 м от пленки, находящейся в воздухе.

** Обработку проводят на свету.

Состав растворов

Первый проявитель

ОЧ-45, ОЧ-180 ОЧТ-45, ОЧТ-180

Метол, г	2	2
Сульфит натрия, г	25	75
Гидрохинон, г	14	15
Натрий углекислый, г	—	31
Поташ, г	40	—
Натр едкий, г	2	8
Калий роданистый, г	2,5	6
Натрий серноокислый, г	10	15
Калий бромистый, г	2	1,8
Вода, л, до	1	1

Отбеливающий раствор

Калий двухромовокислый, г	5,5	9,5
Серная кислота (пл. 1,84), мл . .	5	10
Вода, л, до	1	1

Осветляющий раствор

Сульфит натрия, г	50	90
Вода, л, до	1	1

Второй проявитель

Метол, г	5	5
Сульфит натрия, г	40	40
Гидрохинон, г	6	6
Сода, г	31	—
Поташ, г	—	40
Калий бромистый, г	2	2
Вода, л, до	1	1

Фиксирующий раствор

Тиосульфат натрия, г	200	250
Калий метабисульфит, г	40	—
Вода, л, до	1	1

113. Обработка черно-белых отечественных телевизионных киноплёнок ОЧТ-180 по процессу РТМ 6-17.2—68. Может применяться для плёнок ОЧТ-45, ОЧ-45 и ОЧ-180 с предварительной пробой и корректировкой режима. Обработку проводят при температуре 20, 25 или 30 °С. Для них могут быть получены следующие оптические параметры обрабатываемой плёнки ОЧТ-180:

<i>Температура растворов, °С</i>	<i>Время обработки, мин</i>	<i>S_{обр}, ед. ГОСТ</i>	<i>γ</i>	<i>D_{мин}</i>	<i>D_{макс}</i>	<i>L</i>
20	4	350	1,5	0,09	1,75	0,9
	6	700	1,25	0,08	1,5	0,75
	8	1000	1	0,07	1,3	0,75
25	2	300	1,5	0,1	1,85	0,9
	4	700	1,2	0,08	1,5	0,9
	6	1000	0,95	0,06	1,2	0,75
30	1	350	1,3	0,15	2,1	0,9
	2	500	1,2	0,1	1,8	0,9
	3	1000	1,1	0,06	1,5	0,9

Режим обработки

Порядок операций	Время обработки, мин	Температура раствора, °C
Первое проявление	1—8	20...30±0,5
Промывка	4	18...22
Отбеливание	4	20
	3,5	25±1
	3	30
Промывка	4	18...22
Засветка ($P_{\text{л}} = 100$ Вт, $l = 0,3$ м) . .	2	18...22
Второе проявление	3	20±0,5
	2	25±0,5
	1,5	30±0,5
Промывка	4	18...22
Фиксирование	2	20±1
	1,5	25±1
	1	30±1
Промывка	20	18...22
Длительность процесса наибольшая	57	—
» » наименьшая	48	—

Состав растворов

	Первый проявитель	Второй проявитель
Метол, г	2	5
Сульфит натрия, г	75	40
Гидрохинон, г	15	6
Сода, г	31	31
Натр едкий, г	8	—
Калий бромистый, г	18*	2
Калий роданистый, г	6	—
Натрий серноокислый, г	15	—
Вода, л, до	1	1

*Количество бромистого калия 18 г/л обусловлено большой активностью проявителя при 8 г/л едкого натра.

Отбеливатель	Осветлитель	Фиксаж
Двуххромовокислый калий, г 9,5	Сульфит натрия, г 90	Тиосульфат натрия, г 250
Серная кислота (пл. 1,84), мл . . . 10	Вода, л, до . . . 1	Вода, л, до . . . 1
Вода, л, до 1		

114. Ускоренная обработка черно-белых отечественных обрабатываемых телевизионных киноплёнок ОЧТ-180. Может быть применена для обработки плёнок ОЧТ-45, ОЧ-45 и ОЧ-180 с предварительной пробой для установления времени проявления. Ускорение обработки осуществляется за счет повышения

концентрации растворов и температуры. Обработку проводят при 20, 25 или 35 °С. Для этих температур могут быть получены следующие оптические параметры обрабатываемой пленки ОЧТ-180:

Температура растворов, °С	Время обработки, мин	$S_{\text{обр}}$, ед. ГОСТ	γ	$D_{\text{мин}}$	$D_{\text{макс}}$	L
20	2	250	1,8	0,15	2	0,75
	3	350	1,5	0,1	1,8	0,9
	4	500	1,4	0,08	1,65	0,9
25	1	300	1,8	0,14	2	0,75
	2	350	1,6	0,1	1,9	0,9
	3	500	1,3	0,08	1,7	0,9
30	0,67	300	1,7	0,12	2,1	0,75
	1	350	1,6	0,1	1,9	0,9
	1,5	500	1,45	0,09	1,8	0,9
35	2	700	1,3	0,09	1,7	0,9
	0,5	350	1,7	0,12	2	0,9
	1	500	1,55	0,1	1,9	0,9
	1,5	700	1,4	0,08	1,7	0,9
	2	1000	1,25	0,08	1,6	0,9

Режим обработки

Порядок операций	Время обработки, мин	Температура раствора, °С
Первое проявление	0,5—4	20...35±0,5
Промывка	2	18...22
Отбеливание	1,5	20±1
	1	25±1
	1	30±1
	0,75	35±1
Промывка	2	18...22
Осветление	2	20±1
	2	25±1
	1	30±1
	1	35±1
Промывка	2	18...22
Засветка ($P_{\text{л}} = 100$ Вт, $l = 0,3$ м)	2	—
Второе проявление	2	20±0,5
	1,5	25±0,5
	1	30±0,5
	0,75	35±0,5
Промывка	1	18...22
Фиксирование	1,5	20±1
	1,5	25±1
	1	30±1
	0,75	35±1
Промывка	4	18...22
Длительность процесса наибольшая	24	—

Состав растворов

	Первый проявитель	Второй проявитель
Метол, г	6	—
Сульфит натрия, г	75	75
Гидрохинон, г	20	15
Метилфеидон, г	0,5	0,5
Сода, г	30	30
Кали едкое, г	25	10
Калий бромистый, г	3	2
Бензотриазол, г	0,6	—
Тиосульфат натрия, г	3	—
Вода, л, до	1	1

Отбеливатель	Осветлитель	Фиксаж
Двуххромовокислый калий, г 13	Сульфит натрия, г 130	Тиосульфат натрия, г 300
Серная кислота (пл. 1,84), мл 14	Вода, л, до 1	Метабисульфит калия, г 10
Вода, л, до 1		Вода, л, до 1

115. Сокращенная обработка черво-белых отечественных телевизионных киноплёнок ОЧТ-180 с чернением при температуре 30 °С. Может применяться для плёнок ОЧТ-45, ОЧ-45 и ОЧ-180 с предварительной пробой для установления числа светочувствительности.

Обработка пленки ОЧТ-180 с применением черняще-фиксирующего раствора вместо второго проявления. Изображение принимает коричневый оттенок. В процессе обработки при температуре 30 °С можно получить следующие оптические параметры:

Время обработки, мин	$S_{обр}$ ед. ГОСТ	γ	$D_{мин}$	$D_{макс}$	L
1,5	500	1,5	0,1	2,1	1,05
2	700	1,4	0,09	1,9	0,9
2,5	1000	1,2	0,07	1,75	0,9

Режим обработки

Порядок операций	Время обработки, мин	Температура раствора, °С
Первое проявление	1,5—2,5	30±0,5
Промывка	2	18...22
Отбеливание	0,75	30±1
Промывка	2	18...22
Осветление	1	30±1
Промывка	1	18...22
Чернение с фиксированием (монованна)	1	25±1
Промывка	4	18...22
Длительность процесса наибольшая	15	—

Состав растворов

Первый проявитель

Метол, г	6
Сульфит натрия, г	75
Гидрохинон, г	20
Метилфенидон, г	0,5
Сода, г	30
Кали едкое, г	25
Калий бромистый, г	3
Бензотриазол, г	0,6
Тиосульфат натрия, г	3
Вода, л, до	1

Отбеливатель

Калий двухромовокислый, г	13
Серная кислота (пл. 1,84), мл	14
Вода, л, до	1

Осветлитель

Сульфит натрия, г	130
Вода, л, до	1

Черняще-фиксирующий раствор

Тиомочевина, г	10
Натр едкий, г	18
Тиосульфат натрия, г	3
Вода, л, до	1

Обработка пленки ОЧТ-180 с применением осветляюще-фиксирующего раствора вместо осветления, второго проявления и фиксирования. Изображение принимает коричневый оттенок. В процессе обработки при температуре 30 °С можно получить следующие оптические параметры:

Время обработки, мин	$S_{\text{обр}}$ ед. ГОСТ	γ	$D_{\text{мин}}$	$D_{\text{макс}}$	L
1,5	500	1,55	0,12	2,15	0,9
2	700	1,45	0,1	1,95	1,05
2,5	1000	1,3	0,09	1,8	0,9

Режим обработки

Порядок операций	Время обработки, мин	Температура раствора, °С
Первое проявление	1,5—2,5	$30 \pm 0,5$
Промывка	2	18...22
Отбеливание	0,75	30 ± 1
Промывка	2	18...22
Осветление, чернение, фиксирование (монованна)	1,5	25 ± 1
Промывка	4	18...22
Длительность процесса наибольшая	13	—

Состав растворов

Первый проявитель

Отбеливатель

Метол, г	6
Сульфит натрия, г	75
Гидрохинон, г	20
Метилфендон, г	0,5
Сода, г	30
Кали едкое, г	25
Калий бромистый, г	3
Бензотриазол, г	0,6
Тиосульфат натрия, г	3
Вода, л, до	1

Калий двухромовокислый, г	13
Серная кислота (пл. 1,84), мл	14
Вода, л, до	1

Осветляюще-черняще-фиксирующий раствор

Тиомочевина, г	10
Натр едкий, г	15
Сульфит натрия, г	150
Тиосульфат натрия, г	3
Вода, л, до	1

116. Обработка черно-белых обрабатываемых фотокиноплёнок способом, повышающим светочувствительность. Характерна отсутствием в первом проявителе растворителя галогенного серебра — роданистого калия. При этом, в зависимости от времени проявления, светочувствительность выявляется в 6—8 раз выше номинальной. Нормальное время проявления для различных плёнок ОЧ определяют по времени полного проявления засвеченного куска плёнки, при котором после отбеливания не остается молочного слоя непроявленного галогенного серебра. Процесс проводят двумя способами: со вторым проявлением или в чернении обращенного изображения.

Режим обработки со вторым проявлением

Порядок операций	Время обработки, мин	Температура раствора, °С
Первое проявление	4—5*	20±0,5
	20—25**	20±0,5
Промывка	4	18...22
Отбеливание	1—2	19...21
Промывка	4	18...22
Осветление	1—2	19...21
Промывка	4	18...22
Второе проявление	3—8	19...21
Промывка	4	18...22
Фиксирование	5	19...21
Промывка	20	18...22
Длительность процесса наибольшая	83**	—

* Для номинальной светочувствительности.

** Для повышения светочувствительности в 6—8 раз.

Режим обработки с чернением

Порядок операций	Время обработки, мин	Температура раствора, °C
Первое проявление	4—5*	20±0,5
	20—25**	20±0,5
Промывка	4	18...22
Отбеливание	1—2	19...21
Промывка	4	18...22
Осветление	1—2	19...21
Промывка	4	18...22
Чернение обращенного изображения	3—6	19...21
Промывка	20	18...22
Длительность процесса наибольшая	72	—

* Для номинальной светочувствительности.

** Для повышения светочувствительности в 6—8 раз.

Растворы первого проявителя, отбеливателя и осветлителя имеют состав растворов предыдущего режима (со вторым проявлением). Чернящие растворы для данного режима (любой из четырех) имеют следующий состав:

Чернитель-1*

Метол, г	2
Сульфит натрия, г	90
Гидрохинон, г	8
Натр едкий, г	10
Гидразин серноокислый, г	1
Вода, л, до	1
t _{обр} , мин	3—8

Чернитель-2**

Гидросульфит натрия, г	10—20
Вода, л, до	1
t _{обр} , мин	3—4

*Проявитель с гидразином.

**Изображение образуется из сернистого серебра, не подвергаемого дальнейшему усилению или ослаблению.

Чернитель-3

Сернистый натрий, г	10—30
Вода, л, до	1
t _{обр} , мин	3—6

Чернитель-4

Тиомочевина, г	8
Натр едкий, г	16
Вода, л, до	1
t _{обр} , мин	4—6

Состав растворов для обоих режимов

Первый проявитель *

Сульфит натрия, г	25
Метилфенидон, г	0,2
Гидрохинон, г	5
Сода, г	50
Калий бромистый, г	2,5
Бензотриазол, г	0,6
Вода, л, до	1

Второй проявитель

Метол, г	5
Сульфит натрия, г	40
Гидрохинон, г	6
Поташ, г	40
Калий бромистый, г	2
Вода, л, до	1

* В качестве первого проявителя может быть применен ускоренный проявитель УП-2 или стандартный СТ-1, взятый удвоенной концентрацией. Время проявления устанавливают пробой.

Раствор А

Двуххромовокислый калий, г . . . 10
Серная кислота (пл. 1,84), мл 20
Вода, л, до 1

Сульфит натрия, г 14
Вода, мл 300

Раствор Б

Серная кислота (пл. 1,84), мл 2
Вода, мл 300

Фиксаж

Тиосульфат натрия, г . . . 200
Метабисульфит калия, г . . 40
Вода, л, до 1

Раствор В

Роданистый калий, г . . . 10
Вода, мл 300

* При помешивании малыми порциями раствор Б вливают в раствор А, затем раствор В и дополняют водой до объема 1 л. Вместо растворов А и В можно применить 10—14 г метабисульфита калия (натрия), растворить его в 600 мл воды и при помешивании влить в него раствор Б.

117. Обработка черно-белых обрабатываемых фотокиноплёнок ОРВО. Проводится в двух режимах: обычном — процесс ОРВО-4105 при температуре 20 °С, и ускоренном — процесс ОРВО-4185 при температуре 24 °С.

Процесс ОРВО-4105 Процесс ОРВО-4185

Порядок операций $t_{\text{обр}}$, мин $T_{\text{обр}}$, °С $t_{\text{обр}}$, мин $T_{\text{обр}}$, °С

Первое проявление	5—7	20±0,3	4	24±0,5
Промывка	4	12...15	2	20...24
Отбеливание	2	10...21	1—2	23...26
Промывка	2	19...21	1—2	23...26
Осветление	2	19...21	1	20...24
Промывка	2	12...15	1	20...24
Засветка	2—3	—	2—3	—
Второе проявление	2	20±0,5	1—1,5	23...26
Промывка	1	12...15	1	20...24
Фиксирование	2	19...21	1	20...24
Промывка	6	12...15	3	20...24
Длительность процесса	33	—	21	—

Состав растворов ОРВО

	Первый проявитель	Второй проявитель
Гексаметафосфат натрия, г	2	2
Метол, г	0,2	0,2
Гидрохинон, г	10	10
Сульфит натрия, г	25	25
Сода, г	20	20
Кали едкое, г	5	5
Калий роданистый, г	6	—
Калий бромистый, г	6	6
Вода, л, до	1	1

Отбеливатель		Осветлитель		Фиксаж	
Двуххромовокислый калий, г 10		Гексаметафосфат натрия, г 1		Тиосульфат натрия, г 250	
Серная кислота (пл. 1,84), мл . . . 15		Сульфит натрия, г 90		Метабисульфит калия, г 50	
Вода, л, до 1		Вода, л, до 1		Вода, л, до 1	

118. Обработка черно-белых обрабатываемых пленок Агфа-Геверт.

Порядок операций	Время обработки, мин	Температура °С
Первое проявление	2	20±0,5
Промывка	1	18...22
Отбеливание (обращение)	2	19...21
Промывка	1	18...22
Осветление	1	19...21
Промывка	1	18...22
Засветка 8—10 тыс. лк	2—3	—
Второе проявление	1	19...21
Промывка	1	19...21
Фиксирование	1	19...21
Промывка	3	19...21
Длительность процесса	17	—

Состав растворов Агфа-Геверт

	Первый проявитель	Второй проявитель
Гексаметафосфат натрия, г	2	2
Метол, г	0,6	1
Гидрохинон	20	20
Сульфит натрия, г	50	50
Кали едкое, г	20	15
Калий роданистый, г	7,2	—
Калий бромистый, г	8	5
Калий йодистый, г	—	0,25
Вода, л, до	1	1

Отбеливатель

Осветлитель

Двуххромовокислый калий, г 9,5	Гексаметафосфат натрия, г 1
Серная кислота (пл. 1,84), мл 12	Сульфит натрия, г 100
Вода, л, до 1	Вода, л, до 1

Фиксаж

Тиосульфат натрия, г	300
Сульфит натрия, г	10
Борная кислота, г	6
Алюмокалиевые квасцы, г	20
Уксусная кислота 28 %-ная, мл	10
Вода, л, до	1

119. Обработка черно-белых обрабатываемых фотокиноплёнок Кодак.

Порядок операций	Время обработки, с	Температура растворов, °C
Первое проявление	120	20±0,3
Промывка	30	19...20
Отбеливание (обращение)	50	19...21
Промывка	30	19...20
Осветление	30	19...21
Промывка	30	19...20
Засветка 8—10 тыс. лк	60—12	—
Второе проявление	50	20±0,5
Промывка	30	19...20
Фиксирование	50	19...20
Промывка	60	19...20
Длительность процесса наибольшая	600	—

Состав растворов Кодак

	Первый проявитель	Второй проявитель
Метол, г	0,6	0,1
Гидрохинон, г	20	20
Сульфит натрия, г	50	50
Кали едкое, г	20	15
Калий роданистый, г	6	—
Калий бромистый, г	8	5
Калий йодистый, г	—	0,25
Вода, л, до	1	1

Отбеливатель

Осветлитель

Калий двуххромовокислый, г 9,5	Сульфит натрия, г 100
Серная кислота (пл. 1,84), мл 12	Вода, л, до 1
Вода, л, до 1	

Фиксаж

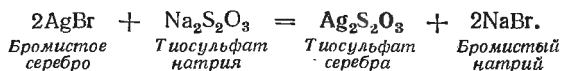
Тиосульфат натрия, г 330	Алюмокалиевые квасцы, г 22
Сульфит натрия, г 7,5	Уксусная кислота 28%-ная, мл 20
Метабисульфит натрия, г 90	Вода, л, до 1

ФИКСИРОВАНИЕ ЧЕРНО-БЕЛЫХ ФОТОСЛОЕВ

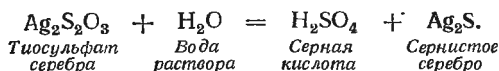
120. Общие сведения. После проявления черно-белого изображения на пленке остается примерно 75 % незасвеченного светочувствительного галогенного серебра AgBr. Для его удаления пленку обрабатывают в фиксаже с тиосульфатом натрия (далее — тиосульфат), переводящим галогенное серебро в бесцветное комплексное соединение, растворимое в воде. Фиксирование тиосульфатом характерно особенностями его концентрации в растворе, которую необходимо учитывать при обработке фотоматериалов. Нормально фиксирует изображение только определенное его количество, способное переводить AgBr в растворимое соединение.

Малая концентрация (недостаток тиосульфата для химической реакции) не создает растворимых в воде солей серебра.

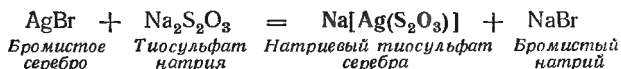
В процессе фиксации образующийся бесцветный тиосульфат серебра в воде не растворяется и из фотослоя не удаляется:



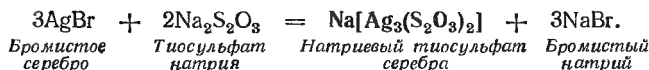
Тиосульфат серебра непрочен и разлагается на серную кислоту и сернистое серебро, окрашивающее изображение:



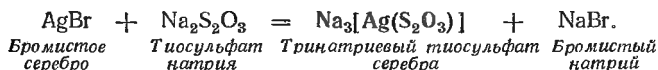
Увеличение концентрации тиосульфата натрия до критической массы — 0,04 Моль/л создает условия получения прочной неразлагающейся комплексной соли — натриевого тиосульфата серебра, но плохо растворимого в воде, а потому не удаляемого из фотослоя. Трудная растворимость этой соли заключается в том, что она хорошо адсорбируется на зернах проявленного изображения и отмывке не поддается. Возможны две реакции:



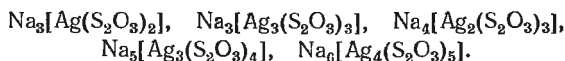
или



Увеличение концентрации тиосульфата сверх критической массы (избыточное количество) позволяет получать в растворе фиксажа растворимые в воде сложные комплексные соли серебра:



Значительное увеличение концентрации тиосульфата (большой избыток) приводит к растворению галогенного серебра с образованием очень прочных и хорошо растворимых в воде комплексных соединений серебра, разнообразие которых зависит от величины избытка тиосульфата и типа галогенного серебра. Из них наиболее известны следующие:

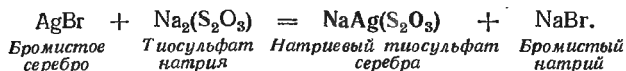


Эти соли, в зависимости от условий фиксации, в каждый данный момент времени переходят одна в другую и единичной солью выходят в раствор соответственно закону диффузии.

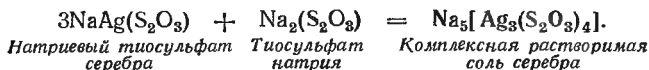
Большой избыток тиосульфата создает условия наилучшего фиксации, поскольку образуется значительная концентрация сверхкритической массы. По мере истощения фиксажа количество тиосульфата уменьшается до критической массы, при которой образуются уже нерастворимые соли тиосульфата серебра, портящие в процессе хранения изображение. Поэтому значительный избыток тиосульфата или даже большие его количества

наиболее приемлем для удаления из фотослоя галогенного серебра. Такой способ фиксирования был принят в начальный период развития фотографии. В то время считалось, что наилучшей концентрацией фиксажа является его консистенция жидкой сметаны, при которой гарантировались качество фиксирования и долговременность хранения серебряных фотоизображений. При этом экономические соображения не принимались в расчет.

В настоящее время принято считать, что процесс фиксирования при требуемом избытке тиосульфата протекает в две стадии. *Первая* выражается уравнением с получением нерастворимой соли:

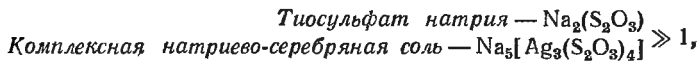


Во *второй стадии* при взаимодействии этой нерастворимой соли с тиосульфатом образуется, например, одна из приведенных выше комплексных солей серебра по уравнению:



Эти комплексные соли серебра и тиосульфата натрия в химии фиксирования обычно называют серебряно-тиосульфатными или просто — комплексными солями серебра. А концентрация фиксажа из экономических соображений устанавливается такой, при которой после фиксирования определенного допустимого количества фотоматериала еще остается минимальный избыток для получения растворимых солей. При этом превышение количества фиксируемого материала в единице объема фиксажа приводит к появлению нерастворимых серебряных комплексов и порче изображения при длительном хранении.

Условие фиксирования — поддержание постоянного отношения величиной значительно более единицы концентраций тиосульфата и серебряных комплексов (например, с одной из них):



где значение 1 соответствует минимально допустимой концентрации тиосульфата натрия, равной 0,04 Моль/л.

В процессе фиксирования за счет израсходования тиосульфата и истощения раствора это отношение уменьшается до уровня, при котором еще возможно образование хорошо растворимых серебряных комплексных солей и нормального проведения процесса. Фиксирование в этих условиях устанавливает время осветления фотослоя для обработки определенного допустимого количества фотоматериала.

От продолжительности фиксирования зависит долговременность хранения серебряных фотографических изображений. Кажущийся полностью осветленный фотослой даже в свежем растворе фиксажа при значительном избытке тиосульфата натрия еще не освобожден от серебряных комплексов. Вследствие диффузии устанавливается их одинаковая концентрация. При этом фотослой освобожден от галогенного незасвеченного серебра, но не свободен от части комплексных солей, прозрачных при взгляде

на просвет пленки. Это состояние фотослоя при обработке называется осветлением. Если в этих условиях осветленную (прозрачную на просвет) пленку вынуть из фиксажа и перенести в воду, то отношение концентраций обоих веществ становится меньше 1. Тиосульфат, как более легкий, быстрее диффундирует в воду, чем серебряная комплексная соль, которая с оставшимся в желатине еще не вышедшим полностью тиосульфатом образует труднорастворимую серебряную соль. Эта соль при регламентированном времени промывки не вымывается, остается в фотоелое и с течением времени портит изображение. Следовательно, после осветления промывать фотослой еще нельзя, его необходимо фиксировать несколько дольше. Удлинение времени фиксирования принято устанавливать величиной, равной удвоенному или утроенному времени осветления в фиксаже, состав которого не истощен обработкой недопустимо большого количества фотоматериала. Фотоматериалы, отфиксированные в истощенном фиксаже, отмыть невозможно!

Отношение времени полной обработки ко времени осветления зависит от типа фотослоя, количества в нем серебра, концентрации тиосульфата и других причин. Время осветления определяют фиксированием засвеченного кусочка фотопленки в данном фиксаже при данной температуре. Общее время обработки в фиксаже (полное фиксирование), равное времени осветления и времени дополнительного пребывания фотослоя в фиксаже, принято называть фиксированием при условии нормально проходимой диффузии, зависящей от постоянной смены раствора у поверхности фотослоя (перемешивании, перекалывании).

Время фиксирования фотоматериалов должно быть равно: у фотобумаг и позитивных пленок — удвоенному времени осветления, у негативных пленок — утроенному. Фотоматериалы для срока хранения изображения *более 20 лет* вторую половину времени фиксирования необходимо обрабатывать в свежем (еще не работавшем) фиксаже. Для сохранения фотоизображения *более 50 лет* фотоматериалы фиксируют: первый раз — в нормально работающем фиксаже с полным временем фиксирования, и два раза в свежих (еще не работавших) фиксажах с тем же полным временем фиксирования. Практическое правило: фиксирование (последнюю треть времени) при любых условиях всегда следует оканчивать в свежем фиксаже с гарантированным избытком тиосульфата.

Фиксирующие вещества и количество тиосульфата. Кроме тиосульфата натрия, можно применять тиосульфат аммония (дает менее стойкое изображение), тиомочевину с ее производными и роданистый аммоний. В кислых фиксажах они позволяют быстро получать стойкое к действию света изображение, ослабляемое, однако, при хранении во влажной атмосфере, поскольку растворимые серебряные комплексы при промывке фотослоя относительно быстро разлагаются с образованием нерастворимых солей.

Скорость фиксирования определяется температурой, растворяющей способностью фиксажа (составом раствора), площадью фотослоя и диффузией компонентов раствора. В основном (определяющий фактор) скорость фиксирования зависит от диффузии, т. е. физических условий смены раствора возле поверхности (разрушение ПС). Наибольшую скорость фиксирования получают в 15 %-ном растворе тиосульфата аммония (в два раза большую, чем в 40 %-ном растворе тиосульфата натрия). Ско-

рость фиксирования в 33 %-ных растворах того и другого приблизительно одинаковы. Практически относительно короткое время фиксирования получают для бромосеребряных и йодобромосеребряных фотослоев в смеси тиосульфата натрия и хлористого аммония. Для фотобумаг, у которых имеется хлористое серебро, скорость фиксирования относительно уменьшается. В большинстве случаев хлористый аммоний уменьшает скорость фиксирования, если концентрация тиосульфата выше 40 %. Хлористый аммоний применяют из экономических соображений: скорость фиксирования одинакова в 40 %-ном растворе тиосульфата и в 15 %-ном растворе тиосульфата с добавлением к нему 15 % хлористого аммония. Наибольшая скорость фиксирования для негативных фотоматериалов достигается в растворе: 15 % тиосульфата с 25 % хлористого аммония (быстрый фиксаж). Добавление к фиксажу хлористого натрия ускоряет процесс фиксирования. Графики режима фиксирования с хлористым аммонием показаны на рис. 73.

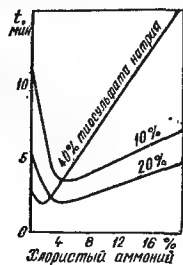


Рис. 73. График зависимости времени осветления фотослоя от количества хлористого аммония, %, в фиксаже при разных количествах тиосульфата натрия

токи растворов у поверхности фотоматериала при разных его положениях. Поэтому при работе в кювете необходима работа кистью или интенсивное перемещение фотоматериала. Время осветления зависит от разрушения пограничного слоя и типа фотоматериала. Различная механика фиксирования характеризуется следующими данными:

Тип фотопленки
с концентрацией
тиосульфата

Время осветления в секундах

		Без пере- мешива- ния	Перемеще- ние 30 с	Непрерывное перемеще- вание	Работа кистью
Негативная,	350 г/л	120	120	105	90
Позитивная,	350 г/л	35	—	35	30
»	100 г/л	150	120	90	75

121. Классификация фиксирующих растворов. Первой задачей фиксирования является удаление из фотослоя незасвеченного галогенного серебра, второй — сохранение у фиксажа своих свойств для обработки определенного количества фотоматериала. Рецепт фиксажа выбирают для конкретного типа фотоматериала, определенного режима фиксирования и температуры обработки. В соответствии с этим различают следующие фиксажи:

простые (Ф — обыкновенные) с одним тиосульфатом натрия;

кислые (КФ), имеющие слабые кислоты или слабые кислые соли;

быстрые (БФ), содержащие специальные вещества или дополнительно хлористый аммоний;

дубящие, как правило кислые (ДКФ) с добавлением квасцов или формалина;

щелочные (ЩФ) с добавлением, например, соды;

универсальные (УФ) для обработки фотопленок и бумаг.

122. Простой фиксаж состоит из одного тиосульфата натрия. Из расчета одного литра раствора его берут: для негативных материалов 300—350 г/л, позитивных 200—250 г/л. Универсальный фиксаж содержит 250—300 г тиосульфата натрия.

Простой фиксаж обладает относительно большой щелочностью ($pH = 9$) и характерен следующими недостатками. При обработке без стоп-ванны и ополаскивания вследствие занесения в фиксаж проявителя с пленкой или бумагой содержащиеся в фиксаже серебряные соли восстанавливаются до металлического серебра с образованием на фотослое дихроичной вуали. Если перед помещением в фиксаж фотослой промывают, то из него быстро диффундируют бромистые соединения, а оставшееся в фотослое проявляющее вещество допроявляет изображение с образованием безбромидной вуали. Образующиеся при фиксировании комплексные соли серебра при достаточном накоплении при промывке полностью не удаляются и разлагаются, вызывая окрашивание фотослоя и образование пятен. В процессе хранения фиксаж окисляется кислородом воздуха, а от действия бактерий может выпасть сера. При длительном пользовании фиксаж сильно подщелачивается и портится от заносимых в него после проявления фотоматериалов. Это — основной недостаток, требующий частой замены свежими растворами тиосульфата. При работе с простым фиксажом необходимо предварительно применять стоп-раствор (132) с промывкой 15—30 с перед фиксированием.

Простые фиксажи*

	Для пленок Ф-1	Для бумаг Ф-2	Универсальный УФ-1
Тиосульфат натрия, г	300—400	200—300	250
Вода, л, до	1	1	1

* Фиксируют одновременно последовательно до 10 пленок «Фото» или 20—23 отпечатка 13×18 см.

123. Кислый фиксаж характерен содержанием подкисляющих веществ, увеличивающих кислотность раствора до $pH = 6 \dots 4$ (отсчет ведется в сторону уменьшения числа от нейтрального $pH = 7$ (177)). При помещении фотослоя в фиксаж мгновенно прекращается проявление, не возникает дихроичная вуаль и не окрашивается желатина. Пределом подкисления является $pH = 3,5$, уменьшение которого (увеличение кислотности раствора) приводит к разложению тиосульфата натрия с выпадением из раствора серы — сульфуризации. Для ее предотвращения в фиксаж вводят сульфит натрия как обязательную составную часть кислого фиксажа. Признак разложения — молочно-белый с желтизной раствор. В большинстве случаев тиосульфат разлагается при неправильном приготовлении кислого фиксажа.

Если у фиксажа $pH < 4$, т. е. его кислотность значительна, то наряду с возможным выпадением серы фиксаж будет ослаб-

лять фиксируемое изображение, что заметно по пропаданию деталей в глубоких тенях, особенно у изображений на мелкозернистых материалах. Нормальный кислый фиксаж получают, применяя слабые кислоты или кислые соли. Из кислот обычно применяют уксусную кислоту, реже — серную, из солей — метабисульфит калия.

Наилучшей солью является бисульфит натрия (в натуре — жидкий раствор). На практике его получают взаимодействием сульфита натрия с серной кислотой в строго определенной пропорции и спецификой приготовления. Фиксаж с бисульфитом натрия пахнет сернистым газом. Отсутствие запаха указывает на непригодность кислого фиксажа. Непосредственно бисульфит натрия не применяют, так как он плохо сохраняется, и выпускают его только для промышленных целей.

При составлении кислых фиксажей для предотвращения выпадения серы необходимо придерживаться следующего порядка. Раствор сульфита готовят отдельно. Концентрированную кислоту непосредственно применяют редко, а готовят 10 %-ный раствор. При разбавлении кислоту вливают в воду, а не наоборот, небольшими порциями при помешивании и выдерживают раствор для снижения температуры до 18—21 °С. Введение всей кислоты сразу сильно разогревает раствор. При этом сосуд может лопнуть и вызвать тяжелые последствия. Остывший раствор кислоты приливают к раствору сульфита и выдерживают 10—15 мин, после чего вливают в раствор тиосульфата небольшими порциями при помешивании и при нормальной температуре жидкостей.

Слабокислые фиксажи

	СКФ-1	СКФ-2*
Тиосульфат натрия, г	250	250
Сульфит натрия, г	—	25
Борная кислота, г	25	25
Вода, л, до	1	1

* Сохраняется при повышенной температуре лучше первого.

Кислые обычные фиксажи

	Стандартный КФ-1	Стандартный* КФ-2	Универсальный** КУФ-1	Энергичный КФ-3
Тиосульфат натрия, г	250	200	240	400
Сульфит натрия, г	25	—	10	—
Метабисульфит калия, г . . .	—	30	30	50
Серная кислота 10 %-ная, мл	50	—	—	—
Вода, л, до	1	1	1	1

* Время фиксирования до 10 мин.

** Фиксирует 13 катушечных пленок «Фото» или 30 отпечатков 13×18 см.

	КФ-3	КФ-4
Тиосульфат натрия, г	250	300
Сульфит натрия, г	15	7,5
Уксусная кислота 10 %-ная, мл	100	75
Вода, л, до	1	1

124. Быстрый фиксаж. Характерен совместным применением тиосульфата натрия с хлористым аммонием (наиболее распространенный тип быстрого фиксажа). Для быстрого фиксирования применяют также тиосульфат аммония, при котором скорость фиксирования увеличивается. Максимальная скорость фиксирования в 15 %-ном его растворе в два раза больше, чем в 40 %-ном растворе тиосульфата натрия. При фиксировании в быстрых фиксажах с тиосульфатом аммония (относительно фиксажа с хлористым аммонием) образующиеся комплексные соли серебра менее стойки и труднее вымываются, вследствие чего отфиксированное изображение недолговечно при хранении. Применяют быстрые фиксажи в основном для механизированных процессов быстрой обработки. Вместо хлористого аммония применяют также роданистый аммоний.

*Быстрые фиксажи**

	БФ-1	БФ-2
Тиосульфат натрия, г	200	200
Аммоний хлористый, г	50	50
Метабисульфит калия, г	—	10—20
Вода, л, до	1	1

* Время фиксирования до 10 мин. Фиксируют 10 катушечных пленок «Фото» или 20—25 отпечатков 13×18 см.

125. Кислый дубящий фиксаж применяют для обработки при больших температурах растворов или в случае плохой за-дубленности фотослоев. Дубящим действием обладают алюмокалиевые и хромокалиевые квасцы. Наибольшее дубление получают при обработке формалином. При повышенной температуре для исключения возможной сульфуризации (выделения серы) и взаимодействия квасцов с тиосульфатом в раствор вводят сульфит, задерживающий его разложение. Для предупреждения выделения сульфита алюминия дубящий фиксаж подкисляют, особенно с применением алюмокалиевых квасцов. Большей дубящей способностью обладает фиксаж с хромокалиевыми квасцами, однако он окрашивает подложку фотобумаг. Применяя формалин, сульфит не вводят, так как происходит реакция взаимодействия. Лучшие результаты при дублении формалином дают щелочные растворы, поэтому они не подкисляются. При необходимости применить кислый фиксаж с формалином, его подкисляют борной кислотой. В быстрые дубящие фиксажи вводят хлористый аммоний.

Дубящие кислые фиксажи (ДКФ) для фотопленок

	ОРВО-305	ДКФ-1*	ДКФ-2**	ДКФ-3***
Тиосульфат натрия, г	200	300	250	120
Сульфит натрия, г	20	7,5	15	10
Уксусная кислота				
10 %-ная, мл	150	200	—	100
Борная кислота, г	—	—	—	5
Бура, г	—	30	—	—
Алюмокалиевые квас-				
цы, г	10	23	—	—
Хромокалиевые квас-				
цы, г	—	—	15	—
Серная кислота				
10 %-ная, мл	—	—	20	—
Вода, л, до	1	1	1	1

* Известен в литературе как Ф-10. Время фиксирования до 15 мин. Фиксирует 25 катушечных фотопленок «Фото».

** Для пленок рентгеновских и «Фото». Готовят два раствора: первый — тиосульфат с сульфитом, второй — квасцы с серной кислотой. Второй вливают в первый небольшими порциями при помешивании и нормальной температуре. Фиксирует до 10 мин. Обрабатывает 13 катушечных фотопленок «Фото».

*** Для тонкослойных пленок. Время фиксирования до 5 мин.

Дубящие фиксажи для фотобумаг

	ДФФ-1	ДФФ-2*
Тиосульфат натрия, г	240	200
Сульфит натрия, г	15	7,5
Уксусная кислота 10 %-ная, мл	150	120
Алюмокалиевые квасцы, г	15	15
Метабисульфит калия, г	—	20
Вода, л, до	1	1

* Готовят два раствора: первый — тиосульфат с метабисульфитом в 500 мл воды, второй — квасцы в 150 мл воды. Растворы охлаждают до 18–21 °С и сливают вместе с добавлением малыми порциями сульфита и кислоты.

Дубящие фиксажи универсальные

	ДФУ-1*	ОРВО -306**	ОРВО -309	ДФУ-2***	ДФУ-3*4
Тиосульфат натрия, г	240	280	200	250	240
Сульфит натрия, г . . .	15	25	40	—	18
Уксусная кислота					
10 %-ная, мл	130	—	—	—	—
Борная кислота, г . . .	7,5	—	—	7,5	—

* Известен в литературе как Ф-5. Время закрепления до 20 мин. Фиксирует 25 катушечных пленок «Фото» или 60 отпечатков 13×18 см.

** Готовят два раствора: первый с тиосульфатом, сульфитом и серной кислотой, второй — с квасцами. После охлаждения раствор квасцов вливают в раствор тиосульфата медленно при помешивании. Фиксирует: фотобумаги до 10, пленки — до 20 мин.

*** Раствор натрия кислого сериокислого готовят отдельно в 100 мл воды и вливают медленно порциями при помешивании в готовый общий раствор.

*4 Известен в литературе как Ф-23.

Уксуснокислый натрий, г	—	—	—	20	—
Алюмокалиевые квасцы, г	15	—	—	15	—
Хромокалиевые квасцы, г	—	15	—	—	32
Серная кислота 10 %-ная, мл	—	15	—	—	20
Метабисульфит калия, г	—	—	—	15	—
Формалин, мл	—	—	100	—	—
Натрий кислый сернокислый, г	—	—	—	15	—
Вода, л, до	1	1	1	1	1

*Быстрый дубящий кислый фиксаж БДФ**

Тиосульфат натрия, г	360	Борная кислота, г	7,5
Хлористый аммоний, г	50	Алюмокалиевые квасцы, г	15
Сульфит натрия, г	15	Вода, л, до	1
Уксусная кислота 10%-ная, мл	130		

* Известен в литературе как Ф-7.

126. Щелочной фиксаж. Применяют иногда для фиксирования фотобумаг, так как кислый несколько ослабляет изображение и ухудшает тон позитивного изображения при тонировании. Подщелачивают прибавлением соды.

Тиосульфат натрия, г 200—250	Сода, г	10—20
Сульфит натрия, г 5—10	Вода, л, до	1

127. Разрушение тиосульфата натрия в отфиксированном фотоматериале. Способ применяют для фотоотпечатков, реже — для фотопленок в случаях недостаточной промывки, при сомнениях в фиксировании и при необходимости длительного хранения изображения. Рекомендуется перед ослаблением, усилением и тонированием. Непосредственно перед применением способа готовят рабочий раствор (обязательно в открытом сосуде, хранить раствор нельзя!):

Перекись водорода 3 %-ная, мл	125
Аммиак (нашатырный спирт) 3 %-ный, мл	100
Вода, л, до	1

После окончательной промывки (или 30-минутного размачивания) отпечаток выдерживают в рабочем растворе разрушителя не более 6 мин. В одном литре обрабатывают одновременно последовательно до 30 отпечатков 13 × 18 см, затем раствор выливают. После 10-минутной промывки рекомендуется проверить ее качество (134).

СТАБИЛИЗИРУЮЩИЕ РАСТВОРЫ

128. Общие сведения. Стабилизирующие растворы предназначены для обработки фотоматериалов на конечной стадии негативного или позитивного процесса при отсутствии фиксирую-

щих веществ или недостатке воды, а также при ненужности долгого хранения. Стабилизация временно заменяет собой фиксирование с промывкой. После стабилизации фотослой не освобождается от проявляющих веществ и продуктов реакции, поэтому стабилизированный фотослой сохраняется не более одного года, после чего его можно отфиксировать и промыть для длительного хранения. Стабилизация вместо фиксирования и окончательной промывки намного сокращает обработку фотоматериалов и применяется в основном для получения экспресс-информации и в полевых условиях работы экспедиций.

Процесс стабилизации заключается в переводе галогенного незасвеченного серебра в бесцветные комплексные соединения, не мешающие фотопечати или зрительному восприятию изображения. Способ применения: после проявления фотослой ополаскивают в воде 3—5 с, при необходимости обрабатывают в дубящем растворе и переносят в стабилизирующий раствор, а затем сушат. Перед сушкой с поверхности фотослоя аккуратно удаляют остатки раствора. В процессе стабилизации возможно помутнение изображения, исчезающее при высушивании. При обработке фотопластинок из рецептов исключают глицерин. Длительность стабилизации определяют по освещению негативного фотослоя.

129. Стабилизирующие растворы для фотопленок (СТРП). В одном литре обрабатывают 8 катушечных пленок «Фото» или 18 отпечатков 13 × 18 см.

	СТРП-1	СТРП-2
Тиомочевина, г	32	20
Уксусная кислота 28 %-ная, мл	—	30
Хромокалиевые квасцы, г	—	10
Глицерин, мл	10	60
Вода, л, до	1	1
$t_{обр}$, мин	3	6

130. Стабилизирующие растворы для фотобумаг (СТРБ). В одном литре обрабатывают 70 отпечатков 13 × 18 см.

	СТРБ-1	СТРБ-2
Тиомочевина, г	20	30
Роданистый аммоний, г	—	75
Уксусная кислота 28 %-ная, мл	30	65
Вода, л, до	1	1
$t_{обр}$, мин	3 мин	10 с

СТОП-РАСТВОРЫ

131. Общие сведения. Стоп-растворы (СТР) являются прерывателями проявления и предназначены для мгновенной остановки его процесса с целью выдерживания заданного времени обработки, а также для нейтрализации проявителя перед переносом фотоматериала в фиксаж. В зависимости от применяемых веществ стоп-растворы имеют различный состав. Их главное свойство — относительно большая величина $pH = 4,5 \dots 3,5$. Меньшее значение pH (большая кислотность) может привести

к повреждению фотослоя. К тому же чрезмерное повышение кислотности не эффективно. Раствор приходит в негодность, когда в процессе обработки его кислота нейтрализуется щелочью заносимого вместе с фотослоем проявителя. Наиболее распространенный и доступный раствор — с уксусной кислотой. Ее количество определяет степень использования стоп-раствора. В индивидуальных условиях применяют 28 %-ную пищевую уксусную эссенцию. Если в каком-либо рецепте указана уксусная кислота другой концентрации, то уксусную эссенцию надо брать во столько раз меньше или больше, во сколько раз ее концентрация отличается от 28 %-ной. Время обработки в стоп-растворе 5—15 с при нормальной температуре в зависимости от свежести раствора.

132. Составы стоп-растворов

Стоп-растворы с уксусной кислотой

	СТР-1*	СТР-2**	СТР-3***
Уксусная кислота 28 %-ная, мл . . .	30	60	120
Вода, л, до	1	1	1

* Для рентгеновских пленок. Обрабатывают 5 катушечных пленок «Фото» или 12 отпечатков 13×18 см.

** Обрабатывают 10 катушечных пленок «Фото» или 25 отпечатков 13×18 см.

*** Обрабатывают 20 катушечных пленок «Фото» или 50 отпечатков 13×18 см.

Стоп-растворы с кислыми солями

	СТР-4	СТР-5	СТР-6	СТР-7
Метабисульфит калия, г . . .	40*	—	—	—
Натрий уксуснокислый, г . . .	—	20	—	—
Серная кислота 5 %-ная, мл . .	—	18	—	440
Лимонная кислота, г	—	—	40	—
Вода, л, до	1	1	1	1

* Обрабатывают 5 катушечных пленок «Фото» или 12 отпечатков 13×18 см.

Стоп-растворы дубящие

	СТРД-1*	СТРД-2**	СТРД-3***
Натрий сернокислый безводный, г	100	45	—
Хромокалиевые квасцы, г	—	—	15
Уксусная кислота 28 %-ная, мл . .	60	30	25
Вода, л, до	1	1	1

* Обрабатывают 40 катушечных пленок «Фото» или 100 отпечатков 13×18 см.

** Обрабатывают 25 катушечных пленок «Фото» или 60 отпечатков 13×18 см.

*** Обрабатывают 15 катушечных пленок «Фото» или 50 отпечатков 13×18 см. Годный раствор имеет сине-фиолетовую окраску, непригодный — желто-зеленую.

133. Общие сведения. Промывка предназначена для исключения воздействия веществ предыдущего обрабатывающего раствора на последующий и для удаления из фотослоя тиосульфата натрия с комплексными солями серебра после фиксирования. *На промывку влияют:*

- относительно большая толщина фотослоя и набухшая желатина (промывается хуже);
- диффузия веществ из фотослоя в воду, зависящая от разрушения пограничного слоя;
- температура воды и ее состав;
- характер вымываемых частиц;
- способы и механика проведения промывки, как наиболее существенные факторы для всех промежуточных и окончательной промывок.

Время промывки зависит от скорости подачи воды к фотослою или ее циркуляции. Наиболее короткая промывка получается под непрерывным потоком воды вдоль фотослоя. При этом происходит интенсивное удаление пограничного слоя (15). В проточной воде время промывки необходимо выдерживать: для фотопленок — не менее 15 мин, фотобумаг — не менее 20 мин. Стоячая вода значительно удлиняет промывку, поскольку ухудшается диффузия. При промывке воду меняют через каждые 1—5 мин, лучше через каждую минуту, при этом желательно перемещение фотослоя.

Эффективна промывка морской водой с сокращением времени вдвое, но с обязательной последней промывкой в пресной воде не менее 5 мин. Это ускорение обосновано присутствием в морской воде некоторых солей (сульфитов, сульфатов и др.), от которых ускоряется диффузия.

Промывка в пресной воде с сульфитом. Если после фиксирования обработать фотослой 2 мин в 2 %-ном растворе сульфита натрия безводного и затем 1 мин в проточной воде, то это равносильно 1-часовой промывке в обычной воде. При этом тиосульфата натрия в фотослое остается значительно меньше, чем при обычном способе промывки одной пресной водой.

Температура промывной воды не должна быть высокой. При сильном набухании фотослоя ($\geq 25^\circ\text{C}$) затрудняется диффузия солей из фотослоя в воду. Оптимальной температурой является $15\text{—}20^\circ\text{C}$. Если по каким-либо причинам нельзя придерживаться нормальной температуры 20°C , то время промывки корректируют из расчета изменения времени на 25 % на каждые 5°C .

134. Проверка полноты промывки. Проводится воздействием специально приготовленного испытательного раствора на промывную воду, в которой находился фотослой, для определения в ней остатков тиосульфата натрия. Перед проверкой на дистиллированной или хорошо прокипяченной воде готовят растворы А и Б и сливают их вместе для получения рабочего раствора:

Раствор А

Раствор Б

Калий марганцовокислый, г	0,3	Едкий натр, г	0,6
Вода, мл	200	Вода, мл	40

Проверка промывки негативов. Готовят испытательный раствор с фиолетовым оттенком: в бесцветный стакан с 250 мл дистиллированной или хорошо прокипяченной воды вливают 1 мл

рабочего раствора. Из промывочного бачка вынимают катушку с пленкой и стекающую с нее воду направляют в стакан с испытательным раствором. Если через 25—30 с вода в стакане примет оранжевый цвет, то это указывает на относительно малое содержание в промывной воде тиосульфата и недостаточную промывку. Быстрый переход оранжевого цвета в желтый указывает на большое содержание тиосульфата, т. е. плохую промывку. Неизменяемая фиолетовая окраска испытательного раствора указывает на отсутствие в промывной воде тиосульфата и достаточную промывку фотослоя. Испытание проводят после заданного времени промывки.

Проверка промывки отпечатков. Готовят испытательный раствор с фиолетовым оттенком: в бесцветный стакан со 125 мл дистиллированной или хорошо прокипяченной воды вливают 1 мл рабочего раствора. Объем этого раствора достаточен для многократной проверки. 15 мл испытательного раствора выливают в отдельный малый стакан емкостью 50—100 мл. Из кюветы с промывной водой вынимают за уголок вместе с отпечатком 13×18 см (или другие отпечатки равноценной общей плотности) и стекающую с них воду направляют в малый стакан. Если через 25—30 с фиолетовый цвет воды в малом стакане перейдет в оранжевый, а еще через 30 с обесцветится, то это укажет на плохую промывку. Промывку продолжают и делают повторные проверки до тех пор, пока раствор сохранит свою фиолетовую окраску. Неизменность окраски испытательного раствора с влитой промывной водой указывает на полноценную промывку.

УСЛОВИЯ ОБРАБОТКИ ФОТОПЛЕНОК И БУМАГ

135. Общие сведения. Подготовка к процессу обработки и все химические операции характерны определенными требованиями, выполнение которых гарантирует правильность обработки. При этом качество получаемого фотографического изображения зависит от сохранения у фотоматериала таких, в основном, оптических параметров как $D_{\text{макс}}$ и L_g . Обработку ведут по установленной технологии на подготовленном рабочем месте (27—30). В фотолюбительской практике эту обработку называют одним термином — проявление.

Подготовка к химико-фотографической обработке заключается в следующем:

правильном содержании и хранении экспонированного фотоматериала до и после съемки, особенно негативных пленок, исключаящем его порчу и регрессию скрытого изображения;

правильном приготовлении растворов и применении химических веществ, пригодных для использования (испорченные фотохимикаты вследствие неправильного хранения и вышедшие из срока годности для обработки применять нельзя);

применении чистой воды для растворов и промывки материала;

применении для обработки чистой посуды, фотобачков и кювет;

рациональном расположении обрабатывающих приборов (бачков, кювет, баков) и сосудов с растворами, исключаящем случайное нарушение технологического цикла обработки;

создании убобства в движениях на рабочем месте для сохранения времениго процесса обработки и соблюдения безопасности;

непосредственно перед проявлением — правильной зарядке пленки в улитку фотобачка или укладке, при необходимости, экспонированной фотобумаги или форматной плоской пленки в светонепроницаемый пакет для исключения случайной засветки.

Проведение процесса обработки заключается в следующем: соблюдении технологической последовательности и меюдики обработки;

удобстве и быстроте отсчета времени начала и окончания проявления для исключения ошибок;

минимально возможном (3—5 с) времени переноса проявленного фотоматериала в стоп-раствор или фиксаж;

поддержании требуемого температурного режима растворов (термостатировании);

выполнении механики обработки фотоматериала.

Оканчивают процесс обработки обязательной уборкой рабочего места, заключающейся в отмывке технологического оборудования и поверхностей рабочего места для подготовки к следующим работам. Особенно необходима чистота фотобачков, баков и кювет. Их следует хорошо вымыть теплой водой (25—30 °С) и обязательно вытереть чистой тряпкой или рабочим полотенцем. Развешивать невытертые фотобачки и оставлять кюветы для высыхания не рекомендуется, так как от высохших капель воды останутся пятна.

136. Условия проявления черно-белых негативов и позитивов на катушечной пленке. Проводят на рабочем месте по схеме (28).

Порядок операций обработки

1	2	3	4	5
<i>Проявление</i>	<i>Стоп-ванна</i>	<i>Фиксирование</i>	<i>Промывка</i>	<i>Обработка в растворе ПАВ</i>
Получение оптических плотностей негативного серебряного изображения	Остановка проявления, нейтрализация щелочи проявителя в фотослое	Растворение в фотослое незасвеченного галогенного серебра	Удаление из фотослоя остатков фиксажа и комплексных соединений серебра	Предохранение от образования капель и оседания пыли

В первой операции применяют соответствующий фотопленке проявитель и следят за временем проявления, величина которого указана на упаковке или в паспорте фотоматериала или задана выбранным рецептом. За это время выявляется рекомендуемый коэффициент контрастности $\gamma_{рек}$ при условии интенсивной турбуляции раствора у поверхности фотослоя, разрушающей пограничный слой (15). Турбуляцию осуществляют непрерывным вращением спирали фотобачка и перемещением ее вверх-вниз. Невыполнение этого условия приводит к недопроявлению

с получением измененной $\gamma_{\text{рек}}$ при деформации ХК (10) и пропаданию деталей в тенях.

Важными моментами проявления являются начало и конец. Существующие фотобачки допускают заливку и слив проявителя на свету. Для нормальной и ускоренной (контрастной) обработки это недопустимо, поскольку нарушает временный и механический режим проявления. Во время заливки и слива проявителя, которые уходят много времени, фотослой начинает проявляться и проявляется неравномерно по площади и по времени, гамма при этом приобретает неопределенную величину (обычно повышенную). Работа на свету при закрытом фотобачке допускается только для медленно работающих (25—40 мин) выравнивающих проявителей с малыми допустимыми ошибками при заливке и сливе проявителя.

Проявлять пленку в обычном режиме необходимо в открытом фотобачке в темноте. При этом следует четко отмечать время погружения пленки в проявитель и проводить механику процесса — вращать и перемещать спираль вверх-вниз. За 5—6 с до окончания проявления пленку переносят в стоп-раствор. При этом исключается грубая временная ошибка. Перенос спирали с пленкой из фотобачки со стекающим проявителем в стоп-раствор дополнительно ополаскивает фотослой и предохраняет фиксаж от быстрой порчи. Применяя стоп-ванну, следят за концентрацией в ней кислоты. Истощенный раствор исключает мгновенную остановку проявления, а сильно завышенная концентрация с продолжительным (более 5—15 с) ополаскиванием приводит к появлению пятен и полос на изображении.

Применяя в процессе проявления вместе стоп-ванну и кислый фиксаж, фиксировать можно при слабом общем свете, поскольку обработка в стоп-растворе прерывает проявление и нейтрализует щелочь проявителя в фотослое, а с погружением пленки в кислый фиксаж операция прерывания проявления и нейтрализации еще раз повторяется и создает условия полной безопасности фиксирования при свете.

Фиксирование проводят с обязательным вращением спирали с пленкой или покачиванием кюветы при плоской пленке. Для нее наиболее рационально применение кисти (18). Тогда время фиксирования соответствует действительному. Несоблюдение этого условия удлиняет время обработки или способствует плохому фиксированию без гарантии долговременности хранения фотоизображения.

Промывают пленку в проточной воде или многократно сменяемой в фотобачке согласно требованиям (133 и 134).

Обработка в растворе ПАВ (поверхностно активного вещества) до одной минуты позволяет сокращать сушку и устранять на поверхности фотопленки капли. После промывки на поверхности фотослоя и подложки остаются капли воды, оставляющие при высыхании пятна кальциевых и магниевых солей. Без применения ПАВ капли убирают мягким резиновым каплеснимателем или влажным отжатым тампоном. Однако таким действием капли полностью не убираются и поверхность пленки после высыхания все же имеет грязные следы. Раствор ПАВ в процессе купания фотослоя способствует равномерному распределению жидкости по его поверхности и стеканию при сушке без образования капель. Кроме того, ПАВ обладает антистатическим действием, заключающемся в отталкивании пыли от поверхности пленки. Антистатическим действием, исключая образование

ние капаль, обладают некоторыми бытовыми моющими средствами, из которых предпочтителен антистатин. Концентрацию этих веществ устанавливают в пределах 0,2—1 % и определяют пробой.

После купания в растворе ПАВ фотоматериал с помощью зажимов подвешивают и высушивают без применения вентилятора, создающего неравномерность высыхания. Наиболее приемлема сушка при естественной конвекции воздуха с обращением фотослоя пленки в сторону теплого места помещения. В начале высыхания пленка изгибается в одну сторону. После полного высушивания пленка спрямляется, а потом начинает выгибаться в другую сторону (начало пересыхания). Этого момента надо избегать.

После сушки для наилучшего сбережения пленки обрезают ненужные концы, осторожно свертывают фотослоем наружу, удерживая за края перфораций или прозрачные края (у широкой пленки) и заворачивают в бумагу типа кальки на несколько часов. После этого катушечную пленку разрезают и хранят выбранным способом.

137. Условия проявления черно-белых форматных листовых пленок и фотопластинок. Проводят на рабочем месте по схеме (29). Порядок операций соответствует обработке негативов (136). Отличается специфической обработкой в кюветах или баках соответственно формату и количеству обрабатываемого материала.

В первой операции — проявлении необходим навык погружения пленки или пластинки в кювету с одновременным началом работы кистью. Особенно это критично для больших форматов, размеры которых затрудняют оперативность работы. Материал форматом более 24 × 30 см рекомендуется обрабатывать в баках с корзиной, особенно для изо- и панхроматических фотопленок и пластинок, требующих полной темноты обработки. Турбуляцию раствора в баке осуществляют перемещением корзины вверх-вниз, в кювете — кистью. При неудобстве переноса материала большого формата в стоп-раствор устанавливают временную поправку на сокращение времени проявления.

В стоп-растворе и фиксаже необходимо выдерживать турбуляцию раствора возле фотослоя (независимо от формата материала), избегать разбрызгивания и недопускать его попадания в проявитель.

При обработке в растворе ПАВ турбуляция необязательна. При сушке фотопленки и пластинки располагают углом вниз для быстрого стекания раствора.

138. Условия проявления черно-белых фотобумаг. Проводят на рабочем месте по схеме (29). Относительно фотопленок отличаются упрощенной обработкой, осуществляемой в кюветах или баках соответственно формату и количеству листов. Фотобумаги малого формата обрабатывают с покачиванием кюветы, большого — посредством кисти. При обработке в проявителе по времени необходимо предусматривать быстрый перенос отпечатка из проявителя в стоп-ванну, исключая ее разбрызгивание и попадание в проявитель. При обработке по насыщению (предельно допустимому времени проявления для получения полностью проработанных деталей в тенях и светлах) перенос отпечатка из проявителя в стоп-раствор может быть более длительным с возможностью полного стекания проявителя с листа. При этом дольше сохраняется стоп-раствор и фиксаж.

Проявление и другие операции при обработке большого листа характерно особенностью момента его погружения в раствор. Лист экспонированной фотобумаги вводят в раствор короткой стороной в начале кюветы плавным быстрым движением. Начальное проявление листа требует интенсивного перемешивания (турбуляции) раствора, при котором эффективной оказывается работа кистью, а не покачивание кюветы.

В стоп-растворе малый отпечаток в течение 5—15 с энергично перемешают по кювете, большой обрабатывают в растворе кистью. Это — обязательное условие для исключения появления на изображении пятен и полос.

В фиксаже следует обрабатывать по одному отпечатку с необходимой турбуляцией. При фиксировании нескольких отпечатков их периодически перекладывают. Однако это мало эффективно, особенно при необходимости длительного хранения отпечатка. Недостаточная турбуляция раствора и отказ от фиксирования одного отпечатка с непрерывным покачиванием кюветы или работы кистью создает опасность образования в фотослое бумаги нерастворимых и трудно растворимых серебряных комплексных солей (120), вызывающих со временем пожелтение изображения.

Обработка в растворе ПАВ для фотоотпечатков не нужна. Вместо нее для старых ломких бумаг применяют пластифицирующие ванны с глицерином.

139. Условия проявления черно-белых обрабатываемых катушечных фотопленок. Для удобства выполнения технологии обработку 11 операций проводят в три этапа:

операции первого (негативного) проявления в темноте; засветка галогенного серебра обращенного изображения; операции второго (позитивного) проявления на свету. Процесс проводят по схеме (30).

Первый этап обработки

(порядок операций первого проявления в темноте)

1	2	3	4	5
<i>Первое проявление</i>	<i>Промывка</i>	<i>Отбеливание (обращение)</i>	<i>Промывка</i>	<i>Освещение</i>
Получение негативного изображения		Отбеливание негативного изображения (окисление)		Освобождение фотослоя от остатков отбеливателя

Первое проявление предусматривает условие, при котором съемочная экспозиция была определена точно согласно интервалу яркости объекта и полезной фотографической широте обрабатываемой пленки, т. е. минимальная яркость объекта давала нормированную экспозицию, а высшая (света) — величину, позволяющую при заданном коэффициенте контрастности ($\gamma_{\text{обр}}$) получить в первом (негативном) изображении предельную плотность. В связи с этим при первом проявлении особое значение приобретает турбуляция раствора требуемой интенсивности для полного проявления теней и светов, а также полиоценно составленный контрастно работающий проявитель, обеспечивающий в течение заданного времени требуемую контрастность изобра-

жения. Проявление необходимо полное, поскольку на фотослое в светлах изображения не должно оставаться галогенного серебра, дающего в конечном, позитивном изображении грязь на прозрачных участках фотослоя. При точно определенной съемочной экспозиции допускается некоторое перепроявление негативного изображения (до 5 % по времени), предел которого ограничивается допустимым увеличением вуали. В процессе обработки обязательно вращение спирали с перемещением вверх-вниз.

Промывка после проявления удаляет из фотослоя проявитель и продукты окисления.

Отбеливание проводят с небольшим прокручиванием спирали. При закрытом фотобачке можно обрабатывать на свету. Небольшое удлинение времени отбеливания процессу не вредит. Недостаточное отбеливание при истощенном растворе приводит к остаточным серебряным плотностям, портящим изображение. Обработку ведут осторожно без разбрызгивания раствора. В процессе отбеливания образуется сернокислое серебро, которое тут же начинает растворяться в воде раствора.

Промывка после отбеливания удаляет из фотослоя остатки сернокислого серебра и раствора отбеливателя. Допускается промывать на свету. Для ускорения рекомендуется энергичная промывка с увеличенным потоком воды и вращение спирали, поскольку раствор отбеливателя тяжелее воды и задерживается в щелях и углублениях. Время промывки необходимо выдерживать полностью, несмотря на чистую сливную воду, так как небольшая желтизна, незаметная для зрения, может испортить изображение. После промывки в фотослое остается светочувствительное галогенное серебро, эквивалентное позитивному изображению.

Осветление — заключительная операция первого этапа обработки. Оно нейтрализует возможные остатки отбеливателя, находящиеся в фотослое. При обработке большого количества материала следят за работоспособностью раствора.

Промывка после осветления удаляет из фотослоя остатки осветляющего раствора и может быть совмещена со вторым этапом обработки — засветкой.

Второй этап обработки

6

Промывка

Удаление из фотослоя остатков осветлителя. Может быть совмещена с засветкой

7

Засветка

Экспонирование светочувствительного галогенного серебра обращенного изображения

Промывка при засветке может быть предохранительным средством от тепловых лучей лампы. Это совмещение экономит немного времени.

Засветка — второе экспонирование фотослоя с оставшимся галогенным серебром обращенного позитивного изображения. При совмещении с промывкой после осветления спираль с пленкой помещают в любой сосуд (белый или прозрачный), над которым располагают лампу 75—100 Вт на расстоянии 30—50 см на время 2—4 мин. Эта операция — наиболее удобный способ засветки, поскольку предохраняет пленку от различных

повреждений, а белая поверхность сосуда хорошо отражает лучи света, создавая равномерность засветки. Засветка при вывешивании пленки может повредить фотослой.

Третий этап обработки

(порядок операций второго проявления на свету)

8	9	10	11
Второе проявление	Промывка	Фиксирование	Промывка окончательная
Получение диапозитивного изображения		Удаление из фотослоя возможных остатков комплексных солей серебра	

Второе проявление — также контрастное в контрастном проявителе, поскольку необходимо в заданное время выявить высшие плотности темных участков изображения. Света, имеющие прозрачные участки фотослоя, не должны иметь оптической плотности, а только вуаль допустимой величины. Грязь в светах может получиться вследствие недостаточного первого проявления или недодержки при экспонировании во время съемки. Условие проявления аналогично негативному (первому) проявлению: необходимая турбулентность вращением спирали с обязательным перемещением вверх-вниз.

Промывка необходима для удаления из фотослоя остатков проявителя и продуктов реакций. Поскольку фотослой уже освобожден примерно от 25 % галогенного серебра негативного изображения, то диффузия веществ в воду проходит значительно свободнее и допускает более короткую промывку.

Фиксирование обычное, не отличается от традиционного режима и является своего рода гарантией освобождения фотослоя от возможных остатков галогенного серебра.

Промывка (окончательная) необходима для удаления остатков фиксажа и возможно случайно образовавшихся трудно растворимых серебряных комплексных солей.

После промывки фотослой ополаскивают в растворе ПАВ для исключения образования пятен (аналогично обработке негативных фотопленок по (136)).

Сушка при естественной конвекции воздуха (136).

Примечание к проявлению обращаемых фотопленок. Полученное диапозитивное изображение может быть темным или светлым. При нормальных режимах технологии и динамики обработки такие отклонения возможны при недодержке и передержке съемочной экспозиции. При недодержке самые темные участки негативного изображения воспроизведутся малыми (недостаточными) плотностями. Обращенное изображение будет иметь больше галогенного серебра, которое при втором проявлении получит значительно большие плотности. При передержке темные участки негативного изображения получают значительно большие плотности и дадут обращенному изображению меньше серебра, высветляя тени при втором проявлении.

140. Общие сведения. Цветовоспроизведение в фотографии — трудоемкий процесс, зависящий от световых и экспонетрических условий съемки, характеристик и качества цветного материала, режима обработки и других причин. Качество цвета изображения получают установкой балансного освещения с правильной выдержкой при съемке, применением соответствующего освещению материала и выбором рецепта с режимом и механикой обработки. В процессе съемки и обработки три отдельных слоя негативной пленки воспринимают излучения трех зональных

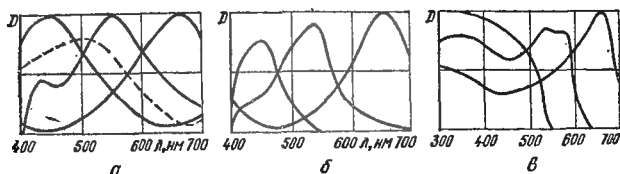


Рис. 74. Спектральные кривые красителей цветных фотопленок:

a — негативной (штрихами показана кривая желтого фильтрового слоя); *б* — позитивной; *в* — обращаемой

цветов объекта [19], в результате чего получают три цветоделенных (частичных) слоя. Для цветоделения применяется метод *спектральной сенсibilизации*, при которой каждый слой цветной пленки очувствлен к отдельным зонам спектра и имеет под определенным светофильтром эффективную зональную чувствительность.

На рис. 74 показаны кривые спектрального поглощения красителей, полученных в результате обработки негативной, позитивной и обращаемой пленок. Красители несовершенны и поэтому имеют побочные спектральные свойства, в результате которых возникают цветоделительные искажения. Вследствие паразитного поглощения света красителями, например, в негативе во время фотографической печати наряду с полезными возникают посторонние паразитные цветные изображения. В результате каждое частичное цветоделенное изображение печатается не только в своей зоне, но и в соседних, создавая цветовые искажения: зеленые, голубые и частично желтые детали объекта приобретают ненужный синий оттенок, а пурпурные и красные — голубой.

Самой простой пленкой является пленка ДС-4. После ее обработки получают негативное цветное изображение, в котором с трудом просматриваются частичные цветоделенные изображения, позволяющие определять среднюю плотность и примерный контраст изображения. Печать с этой пленки посредством цветокорректирующих фильтров характерна цветовыми искажениями, поскольку их спектральные характеристики не позволяют выделять строго зональные излучения цвета [19]. При печати с ДС-4 цветовые искажения можно уменьшить, применив три

строого зональных фильтров: *отечественные* цветные стекла СС5 и СС8 (синие), ЗС10 5 мм и ЗС1 5 мм (зеленые): КС10, КС11, КС13 (красные) [19]; *кинооператорские репродукционные* Р-Сс, Р-Зс, Р-Кс (синий, зеленый и красный) [19]; *фильтры* Кодак 50, 94, 98, 35 + 45, 45 + 49 (синие), 54, 74, 93, 99, 15 + 58 (зеленые), 25А, 26, 29, 92 (красные) [19]; *фильтры* ОРВО S40, 43, 59, 540 (синие), 54, 55 (зеленые), 58, 81, 82 (красные) [19]. Преимущество строго зональных фильтров состоит в том, что их селективная (избирательная) полоса пропускания в узкой части середины цветовой зоны спектра позволяет отсекал излучения двух других зон. Единственный их недостаток — относительно большая средняя плотность, требующая при фотографической печати значительных выдержек. Графический пример применения зональных фильтров показан на рис. 75.

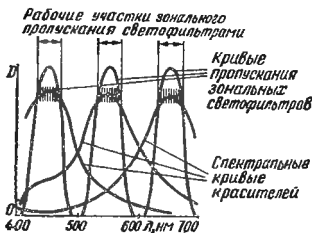


Рис. 75. Графический пример согласования спектральных кривых зональных светофильтров и красителей фотослоя

Для устранения цветоделительных искажений применяют маскирование негативных пленок — создание специальных корректирующих позитивных изображений — масок, нейтрализующих вредное (побочное) поглощение красителей. Для этого в цветочувствительные частичные слои негативной пленки вводят окрашенные краскообразующие компоненты, образующие в ее слоях после экспонирования и проявления частичные негативные изображения из красителей. Оставшиеся количества компонент, не-

израсходованные при обработке на образование красителей, как бы создают частичные позитивные изображения. В результате в каждом частичном слое имеется два изображения: негативное из красителя и позитивное из окрашенной краскообразующей компоненты. Современные маскированные негативные пленки имеют два цветочувствительных слоя с маскирующими краскообразующими компонентами: зеленочувствительный — с желтой, и красночувствительный — с оранжевой. Например, желтая компонента при проявлении образует пурпурный краситель и в зеленочувствительном слое одновременно с пурпурным негативным изображением присутствует и желтое позитивное изображение — маска, исключающая появление паразитных изображений в цветном позитиве.

От обработки негативной пленки зависит требуемая плотность маски. При недопроявлении недомаскирование негатива не устраняет цветоискажения, при перепроявлении пленки перемаскирование своей увеличенной плотностью маски уничтожает полутона изображения. Поэтому нормальная обработка воспроизводит негативное и масочное изображения таким образом, чтобы они на определенных участках полностью компенсировали друг друга и создавали как бы равномерную вуаль желто-оранжевого цвета, вычитаемую во время фотопечати балансировкой цвета. Эта вуаль-маска должна иметь определенную плотность, оцениваемую по участку негатива, на который не действовал свет, и подлежащую измерению. На плотность маски действует не только проявление, но и отбеливание

и фиксирование. Поэтому проявление цветных негативных маскированных пленок требует соблюдения предписанного ГОСТом режима, а при его изменении — корректировки съёмочной экспозиции для получения требуемой плотности маски.

Оптимальные результаты цветовоспроизведения получают лишь при выполнении пробы в системе «*негатив (съёмка и обработка) + позитив (фотопечать и обработка)*». Для этого существует стандартная обработка для материалов с нормальными сенситометрическими параметрами и с необходимой технологией проведения процесса. Для улучшения цветовоспроизведения при съёмке на пленках с нарушенными параметрами применяют более длительное выравнивающее слабощелочное проявление, улучшающее баланс по контрастности с воспроизведением деталей в тенях. При таком проявлении необходима корректировка съёмочной экспозиции. В противоположность этому способу применяют ускоренную обработку, значительно сокращающую общее время обработки, с увеличением светочувствительности, однако при этом становятся предельно критичными условия проведения процесса, приводящие к грубым ошибкам и цветоискажениям.

Под действием лучей спектра, отраженных от объекта, цветной слой воспроизводит в частичных слоях желтый, пурпурный и голубой красители для субтрактивного синтеза цветного изображения. Сложность строения цветной пленки обуславливает сложность ее обработки. В лучших условиях проявления находится верхний слой (синечувствительный), в худших — средний и нижний (зелено- и красночувствительный). В общих случаях съёмка и обработка цветной пленки характерна двумя особенностями, влияющими на цветовоспроизведение: *первая* — градация тонов натурального объекта выглядит в позитиве лучше градации объекта, снятого в интерьере, так как в большинстве случаев натуральных съёмок в кадре присутствует светлое небо, значительно смягчающее оптическое изображение в съёмочной камере [19]; *вторая* — градация тонов объекта, снимаемая в интерьере, выглядит относительно контрастнее и жестче с более насыщенными хроматическими тонами, поскольку отсутствие в кадре больших площадей белых поверхностей и неба исключает относительно большое светорассеяние в съёмочной камере. Эта особенность съёмки объекта в интерьере характерна приближением рабочей кривой негатива к сенситометрической ХК (8) с гораздо меньшим рассеянием оптического изображения в съёмочной камере. Эти две особенности следует учитывать при съёмке и обработке цветных фотоматериалов.

Существенной особенностью цветной обработки является возможность появления вуали отбеливания. В процессе проявления образуется металлическое серебро изображения и продукты окисления ЦПВ, сразу вступающие в реакцию с краскообразующей компонентой с одновременным образованием красителя. Часть компоненты остается в слое, ничем не растворяется и не вымывается из фотослоя. Попадая в отбеливатель, остатки ЦПВ, взаимодействуя с красной кровяной солью, образуют продукт окисления, реакция которого с краскообразующей компонентой также дает краситель, называемый вуалью отбеливания. Чаще всего вуаль отбеливания образуется в ускоренных процессах обработки, предотвращать которую следует тщательной и полной промывкой фотослоя после проявления и проводить пробные проверки. Для этого отрезок незасвеченной цветной

пленки фиксируют в любом фиксационном растворе, после чего в ней исчезает галогенное серебро и остается бесцветная краскообразующая компонента. Далее отрезок обрабатывают во всех операциях цветного процесса, кроме фиксирования, и наблюдают в проходящем свете на белом фоне наличие этой вуали. Ее присутствие указывает на недостаточность промывки после проявления. В этом случае проверку проводят вторично (и более раз) с улучшением промывания фотослоя до тех пор, пока не исчезнет вуаль. Эти условия промывки следует принять для обработки отснятого материала.

В индивидуальных условиях иногда подкрепляют обрабатывающие растворы, особенно проявители, введением пополнителей. Однако такое подкрепление более присуще массовой машинной обработке с выполнением систематического химического анализа растворов специалистами и обычно применяемого на фотокинопроизводстве. В индивидуальных условиях пополнители (компенсирующие добавки, регенераторы *R*) не практичны вследствие громоздкости составления, пользования и хранения. Более приемлема одновременно-последовательная обработка положенного количества фотоматериала в свежеприготовленном проявителе. При обработке одной-двух пленок растворы и пополнители не хранят, так как они со временем теряют свои свойства.

141. Особенности веществ цветных проявителей. В связи с принципиальным отличием цветной обработки от черно-белой применяемые в цветном проявителе вещества имеют свои особенности. *Цветное проявляющее вещество* (ЦПВ) является производным парафенилендиамина и вводится в проявитель в виде сернокислой соли — диэтилпарафенилендиаминсульфата. Она легко растворима в воде, но не обладает проявляющей способностью. При составлении проявляющего раствора следует помнить, что диэтилпарафенилендиамин слабо растворим в воде и с прибавлением к его сернокислой соли (ЦПВ) сразу всей щелочи выделяется основание парафенилендиамина в виде маслянистой жидкости, плавающей на поверхности раствора и не участвующей в проявлении. Отсюда правило: щелочь всегда надо вводить в разбавленные растворы, т. е. прибавлять к раствору ЦПВ раствор поташа понемногу, порциями, медленно и при помешивании (при нормальной температуре), чтобы все время оставлять условия малой концентрации ЦПВ относительно поташа и тем сохранять качество проявителя. В противном случае (при быстром введении сразу всей щелочи в раствор ЦПВ) проявитель приходит в негодность.

Щелочь. В цветных проявителях применяют поташ, так как сода смягчает изображение, действуя только на поверхностные центры проявления. Поташ действует на глубинные центры с более контрастным проявлением. Перед применением в цветных проявителях поташ рекомендуется прокалить. Поташ часто бывает загрязнен тиосульфатом натрия, что может привести к снижению светочувствительности фотослоя.

Сульфит натрия и гидроксиламин. Связывая продукты окисления ЦПВ, сульфит уменьшает выход красителя, поэтому его концентрация не превышает 4 г/л. Поскольку этого количества для сохранения ЦПВ недостаточно, а увеличение сульфита невозможно, то в проявитель вводят не более 3 г/л гидроксиламина, который взаимодействуя с сульфитом, образует соединение, сохраняющее ЦПВ. Являясь проявляющим веществом,

гидроксиламин восстанавливает до 15 % галогенного серебра фотослоя, чем портит изображение, поэтому 3 г/л — предел его концентрации. Сухая смесь гидроксиламина с сульфитом натрия образует взрывную реакцию, поэтому хранить и обращаться с ними надо в раздельном виде. При однократном применении проявляющего раствора или одновременно-последовательной обработке нескольких пленок без хранения раствора гидроксиламин вводить в проявитель не рекомендуется. Содержание в проявителе сульфита натрия влияет на цвет изображения: при избытке оно принимает красноватый оттенок, при недостатке — синеватый.

Противовуалирующее вещество. В процессе проявления в фотослое образуется растворимые бромистый и йодистый калий, диффундирующие в раствор проявителя из фотослоя и способствующие образованию в нем безбромидной вуали. Вводимый в раствор бромистый калий тормозит эту реакцию, уменьшая безбромидную вуаль. Иногда применяют бензотриазол, увеличивающий индукционный период. Он повышает контраст изображения с небольшим уменьшением фотографической широты, поэтому в цветном проявителе для негативных пленок предпочтителен бромистый калий. Бензотриазол преимущественно применяют в позитивных (контрастных) цветных проявителях и в случаях, когда фотоматериал склонен к вуалированию.

Состав воды влияет на качество проявителя, обработку и оптические характеристики будущего изображения. Для связывания кальциево-магниевого солей, находящихся в воде, перед растворением основных веществ вводят трилон-Б в концентрации 2—3 г/л, переводящий эти соли в комплексные растворимые соединения без отложения их на фотослое. Кроме того, вода для цветного проявителя не должна иметь хлора и ионов меди Cu^{++} , вызывающих окисление сульфита натрия и тем самым ускоряющих окисление ЦПВ. Ионы меди обычно образуются в дистиллированной воде, получаемой в дистилляторах с медным змеевиком и ТЭНами, а также могут быть занесены в раствор с фотохимикатами. Трилон-Б, вводимый в воду, дополнительно к своему основному действию нейтрализует и ионы меди.

142. Особенности растворов цветной обработки. Цветные проявители. Нормальным количеством проявляющего вещества является: для ЦПВ-1 — 3 г/л, ЦПВ-2 — 5 г/л. Его превышение в растворе вызывает энергичное проявление и заметное повышение контрастности с увеличением общей плотности изображения. При этом уменьшается фотографическая широта, нарушается баланс по контрастности с искажением цвета и увеличивается вуаль. Недостаточная концентрация ЦПВ приводит к меньшему выходу красителя с уменьшением средней плотности негатива и возможности искажения цвета изображения. Поташ, применяемый в проявителе, иногда бывает загрязнен посторонними веществами (тиосульфатом натрия), вызывающими цветную вуаль, поэтому в некоторой литературе приводится замена плохого поташа содой. Однако сода часто содержит относительно много бикарбоната, значительно снижающего pH раствора, и для замены поташа не рекомендуется. Для исключения вуали поташ следует применять квалификации ХЧ и ЧДА.

Допроявляющие растворы. Допроявление — это процесс внутриэмульсионного проявления в другом растворе или промывной воде. Длительная промывка после проявления вслед-

ствие возможного непостоянства параметров воды может не обеспечить стабильности обработки большого количества материала, поэтому введено допроявление. В допроявляющий раствор входит метабисульфит натрия. Его применение обусловлено большими количествами (в фиксажах) при машинной обработке. Вместо него можно применить сульфат натрия или магния, сульфит натрия, а также одно- или двухзамещенные фосфаты. При замене необходимо провести пробную обработку и печать. Основная задача допроявления — увеличение светочувствительности при наименьшем приросте контрастности и плотности вуали. Оптимальная продолжительность допроявления в пределах 4—7 мин. Температура раствора такая же как температура проявителя с тем же допуском на отклонение. Применяя допроявляющий раствор, необходимо следить за качеством метабисульфита натрия, так как вследствие его нестойкости значительно изменяется рН раствора, приводя к нестабильности и неповторяемости результатов.

При обработке некондиционных цветных пленок с нарушенными параметрами допроявление иногда заменяют промывкой, а в рецепте проявителя вместо 2 г бромистого калия вводят 3—9 г/л бензотриазола, с применением которого уменьшается вуаль и меньше понижается светочувствительность. Иногда к бензотриазолу добавляют 0,2 г/л бромистого калия. Время проявления несколько увеличивают. При этом учитывают, что в отличие от бромистого калия бензотриазол увеличивает контраст негативного изображения. Результаты такой замены бывают положительными, но обязательно должны быть проверены пробной съемкой, обработкой и печатью на выбранных фотоматериалах. Удлинение времени проявления несколько повышает светочувствительность, а увеличение продолжительности обработки существенно и окупается улучшением параметров.

Стоп-растворы имеют две особенности: первая — благодаря кислой среде ($\text{pH} = 4...5$) быстро прекращается процесс проявления, вторая — кислая среда способствует переходу ЦПВ, которое находилось в фотослое в виде основания, в соль, растворимую в воде, что облегчает ее вымывание из фотослоя. При $\text{pH} < 3$ кислотность стоп-раствора может разрушить красители изображения. Обычно стоп-растворы применяют при обработке фотобумаг, часто — при проявлении фотопленок, и реже — при обработке обрабатываемых фотоматериалов.

Отбеливатели переводят металлическое серебро изображения, полученное при проявлении, в растворимые комплексобразующие соединения. Применяют два способа отбеливания: отдельное и совмещенное с фиксированием. После отдельного отбеливания фотослой фиксируют в отдельном фиксаже и промывают. После совмещенного отбеливания фотослой сразу промывают. В отдельном отбеливателе серебро изображения окисляется красной кровяной солью, а полученная комплексная соль растворяется тиосульфатом натрия — составной частью отбеливающего раствора. В отбеливающе-фиксирующих растворах вместе с отбеливанием металлического серебра происходит фиксирование — растворение неэкспонированного галогенного серебра фотослоя. Совмещенное отбеливание применяют при обработке фотобумаг. Для ускорения отбеливания в раствор дополнительно вводят бромистый калий. Для увеличения продолжительности хранения цветного изображения в отбеливатель иногда вводят фосфорнокислые соли.

Промывка. Отмывание фотослоя после проявления должно быть не менее 15 мин. Оно может включать допроявление, ополаскивание, стоп-ванну и последующую промывку. Наилучшим процессом является одна 15-минутная промывка, при которой происходит некоторое допроявление нижних частичных цветочувствительных слоев. Промывку можно ускорить подкислением промывной воды, однако при $pH < 3,5$ возникает опасность выцветания голубого красителя. Если в конце химико-фотографической обработки при последней промывке в воде много кислорода и хлора, то оставшееся в фотослое по какой-либо причине невымытое ЦПВ окисляется и может образовать с цветными компонентами вуаль промывки. Наилучшей водой является дистиллированная. При всех видах промывки в индивидуальных условиях рекомендуется вначале одну минуту хорошо прополаскивать фотослой в дистиллированной воде (в крайнем случае — хорошо прокипяченной), а затем в проточной.

Стабилизация. Процесс обычно применяют при обработке цветных фотобумаг с назначением предохранить красители изображения от относительно быстрого выцветания, происходящего от большой влажности воздуха. В стабилизирующих растворах содержатся вещества, дубящие желатину и уменьшающие ее способность впитывать влагу. Оптический отбеливатель вводят в стабилизатор для повышения белизны светов и поглощения УФ лучей света, вызывающих выцветание изображения. В некоторые стабилизирующие растворы вводят вещества, устанавливающие pH раствора для лучшей сохранности цветного изображения. С целью устранения цветной вуали при хранении в них вводят дополнительно трилон-Б, связывающий металлы, находящиеся в воде.

143. Механический режим проявления цветных фотоматериалов (перемешивание раствора, перемещение фотослоя). Стандартная обработка кондиционных фотоматериалов предусматривает непрерывную смену раствора у поверхности фотослоя. В случае нарушения параметров фотоматериала (длительность или плохие условия хранения до съемки и обработки) стандартная обработка может не дать положительных результатов. В таких случаях применяют индивидуальный режим проявления с прерывистым перемешиванием раствора, при котором возможно частичное исправление цветооптических характеристик. При обработке в фотобачках, баках и кюветах применяют определенную и различную механику проведения процесса для оптимального проявления частичных цветоделенных слоев фотопленки или фотобумаги с получением оптимальных параметров желтого, пурпурного и голубого красителей. Желаемый результат проявления получают в зависимости от интенсивности и длительности перемешивания за различное время.

Сущность механики проявления некондиционных цветных материалов заключается в следующем. С погружением фотослоя в раствор начинается проникновение в глубь желатины проявителя и химическая реакция между компонентами. При этом сразу проявляется верхний частичный синечувствительный слой с немедленным образованием пограничного слоя из диффундирующих из желатины продуктов реакции (15). При неподвижном фотослое и без перемешивания раствора порция проявителя, проникшая в желатину, диффундирует вглубь с резким уменьшением его концентрации (рис. 76): относительно полно диффундирует в верхний, меньше в средний и совсем мало в ниж-

ний слой. Образованный неподвижный пограничный слой у наружной поверхности неподвижного фотослоя с неподвижным проявителем служит преградой для быстрого проникновения проявителя в желатину фотоматериала, создавая условия длительной, неравномерной и неэффективной обработки. В описанном процессе за промежуток времени в несколько секунд полно проявляется верхний слой, несколько меньше средний и еще меньше нижний. Обработка при постоянном энергичном перемешивании раствора и перемещении фотоматериала создает ускорение процесса для верхнего, недопроявление среднего и значительное недопроявление нижнего частичного слоя. Для относительного выравнивания проявления всех трех частичных цветоувствительных слоев выбирают оптимальный режим перемешивания. С этой целью выполняют цикличное перемешивание раствора — регулирование поступления проявителя в желатину трехчастичного цветного фотослоя. Степень этого регулирования различна, поскольку конструкция фотобачков, баков и кювет создает различные условия для взаимодействия пары *фотослой-раствор*. Для фотобачковой и баковой обработки существенное значение имеет высота раствора над спиралью или корзиной, для кюветной — толщина раствора над фотослоем не менее 1 см (при меньшей быстрее истощается раствор и происходит неполное проявление).

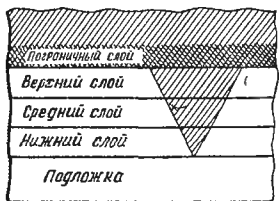


Рис. 76. Схема количественного проникновения проявителя в глубь трехслойного цветного фотослоя при неподвижных растворе и фотоматериале

Механика проявления — это механический процесс разрушения пограничного слоя: для стандартной обработки — непрерывный, для индивидуальной — допустим прерывистый. Для проведения правильной механики обработки необходимы следующие условия:

- в фотобачках — свободное без препятствий перемещение раствора вдоль витков пленки в спирали и высота сосуда для удвоенного объема раствора;
- в баках для листовых материалов — удобство перемещения (не вращения!) корзины и высота бака для удвоенного объема раствора относительно объема корзины (19);
- в кюветах — беспрепятственное перемещение кисти без повреждения фотослоя и нерасплескивание раствора (18).

При обработке в индивидуальных условиях механика проявления зависит от вида фотоматериала, его ширины или формата и конструкции обрабатывающего прибора. Периодичность прерывистости перемешивания устанавливают для определенной партии фотопленок и бумаг на основе практических результатов обработки в системе негатив-позитив. Для единичных фотоматериалов ее определяют на основе опыта обработки большого количества фотопленок и бумаг.

Временной процесс механики проявления заключается в циклах перемещения фотослоя с паузами для каждой минуты проявления. Фирма ОРВО для ручной обработки цветных катушечных пленок в фотобачках рекомендует прерывистое неравномерное перемешивание проявителя при следующей цикличности в процессе всего проявления: четверть резкого поворота спира-

ли влево с 15-секундной паузой, далее четверть резкого поворота спирали вправо с такой же 15-секундной паузой. При этом спираль должна иметь крепление наружного конца пленки для предотвращения разматывания.

Для отечественных цветных фотопленок, пластинок и бумаг рекомендуется применять один из следующих циклов — чередование энергичного перемешивания и пауз за каждую минуту проявления:

перемещать фотослой	4	раза	по	5	с	с	паузой	10	с,
то же	3	»	»	10	с	»	»	10	с,
»	2	»	»	15	с	»	»	15	с,
»	1	раз	в	течение	10—20	с.			

Данные способы механики проявления с циклическим перемешиванием раствора требуют удлинения рекомендуемого времени обработки до 20 % по сравнению со стандартным. Медленное перемешивание неэффективно, сильно расплескивает раствор, поэтому выбирают оптимальное энергичное со средней интенсивностью. Наилучшее перемешивание раствора с эффективным разрушением пограничного слоя осуществляется при вертикальном перемещении спирали с катушечной пленкой или корзины с форматным материалом. Одно только вращение спирали в обычной фотобачке неэффективно — нарушает режим проявления и не воспроизводит заданные параметры изображения.

Для проявления катушечных негативных 35- и 60-мм фотопленок необходимы фотобачки (17) и выбор его механики. При обработке в кювете цветных фотобумаг по одному листу с применением кисти (18) механика проявления зависит от формата. При формате до 18 × 24 см включительно механика разрушения пограничного слоя кистью не вызывает затруднений. При больших форматах перемешивание большой массы раствора и успокоение движущейся жидкости вдоль фотослоя неудобно, поэтому механика проявления принимается для конкретных условий на индивидуальном рабочем месте. Обычно кисть ведут от начала кюветы до дальнего борта один-три раза за цикл. Обратное вести кисть от дальнего борта к переднему не рекомендуется, поскольку нарушается равномерность обработки. В зависимости от формата это перемещение может длиться от 3 до 15 с. При обработке фотобумаг в баках (19) механика проявления для любого формата не вызывает затруднений и может быть приравнена к временному режиму механики проявления 35- и 60-мм фотопленок в фотобачках (17).

144. Условия обработки цветных фотопленок. По сравнению с черно-белыми цветные фотослои более подвержены регрессии экспонированного изображения [19], поэтому среда, влага и температура хранения до и после съемки влияют на светочувствительность, цветную вуаль и цвет изображения. В связи с этим для обработки цветных фотоматериалов определенной степени годности выбирают механику проявления по одному из приведенных выше циклов (143), а конечный результат определяют при проведении процесса в системе: *съемка — проявление негатива — фотопечать — проявление позитива*. В этом случае достигают лучших результатов цветовоспроизведения. Подготовку к обработке цветных фотоматериалов следует вести по тре-

бованиям, изложенным в (135). Рабочее место собирают по схемам: для негативных пленок (31), листовых материалов (32), обрабатываемых пленок (33).

ПРОЯВЛЕНИЕ ЦВЕТНЫХ НЕГАТИВОВ

145. Общие сведения. Все процессы обработки цветных фотоматериалов делят на машинные и ручные (индивидуальные). Отечественные фотоматериалы рекомендуется обрабатывать по стандарту в обоих случаях. Зарубежные материалы обрабатывают по процессам соответствующих фирм. Народное предприятие ОРВО разграничивает: машинную обработку проводит с непрерывным перемешиванием растворов, а ручную рекомендует проводить неравномерно-прерывисто (144). Это разграничение устанавливает для материалов ОРВО разные процессы, режимы и составы растворов. Поскольку между отечественными и материалами ОРВО имеются несущественные различия, то для индивидуальной обработки отечественных материалов возможно применение методики обработки ОРВО с предварительной пробой для получения требуемых цветофотографических характеристик.

При проявлении необходимо, чтобы три частичных цвето-чувствительных слоя проявились с одинаковым контрастом, а из желатины вымылись остатки проявляющего раствора и продуктов реакции. При ручной обработке этот результат получают по одному из пяти вариантов операции проявления, выбор которого зависит от типа фотослоя и соответствия его параметров сенситометрическим данным (остальные операции на проявление не влияют).

Варианты проявления

1	2	3	4	5
Проявление	Проявление	Проявление	Проявление	Проявление
Промывка	Стоп-ванна	Допроявление	Промывка	Ополаскивание
			Допроявление	Стоп-ванна

В первом варианте длительная промывка может привести к перепроявлению (особенно нижних слоев), изменению контрастности частичных слоев, росту вуали и повышению светочувствительности.

Во втором варианте стоп-ванны предотвращает различные отклонения и изменения в процессе проявления и не позволяет допроявиться нижним частичным слоям. При этом верхний синечувствительный слой может быть перепроявлен. Стоп-ванна — ответственная операция, требующая постоянства значения кислотности, вследствие чего раствор предпочтительно применять одноразово. При стоп-ванне надо следить за величиной pH, температурой и продолжительностью этой операции. Эффективность стоп-ванны видна из того, что при проявлении обрабатываемых фотопленок Фомахром после первого проявления также применяют стоп-ванну — единственный случай в практике обработки.

В третьем варианте для получения стандартных результатов допроявляющий раствор предпочтительно готовить на дис-

тиллированной воде с однократным применением, а метабисульфит калия применять гарантированного качества.

В четвертом варианте могут быть недостатки присущие первому с одним положительным качеством: вследствие трехслойной структуры фотослоя возможно относительно хорошее проявление третьего частичного слоя.

В пятом варианте обработку проводят для цветных фотобумаг, но получают хорошие результаты и при проявлении пленок. В процессе ополаскивания фотослой освобождается от основной массы проявителя, а оставшаяся его часть несколько допроявляет средний и нижний частичные слои до момента погружения в стоп-ванну.

После операции проявления в различной последовательности проводят фиксирование, отбеливание и промывку, цель которых получить требуемые цветофотографические характеристики фотослоя. В процессе развития фотографии и усовершенствования фотоматериалов процессы ускорялись и упрощались с изменением рецептов и режимов.

Процессы обработки цветных фотопленок

Первый*	Второй**	Третий	Четвертый***	Пятый*4
Проявление	Проявление	Проявление	Проявление	Проявление
—	Допроявление	Допроявление	—	Допроявление
Промывка	—	Промывка	Промывка	—
Фиксирование	Фиксирование	Фиксирование	—	Фиксирование
Промывка	Промывка	Промывка	—	—
Отбеливание	Отбеливание	Отбеливание	Отбеливание	Отбеливание
Промывка	Промывка	Промывка	Промывка	Промывка
Фиксирование	Фиксирование	Фиксирование	Фиксирование	—
Промывка	Промывка	Промывка	Промывка	—

* Первоначально применяемый способ проявления цветных негативов.

** Способ обработки с заменой промывки операцией допроявления.

*** Сокращенная обработка и старый способ проявления фотопленки NC-19.

*4 Цветной процесс НИКФИ для негативных цветных кинопленок.

Шестой*	Седьмой**	Восьмой***	Девятый*4	Десятый*5
Проявление	Проявление	Проявление	Проявление	Проявление
—	Стоп-ванна	Промывка	Ополаскивание	Проявление с фиксированием
Промывка	Промывка	Фиксирование	Стоп-ванна	Промывка
Допроявление	—	—	Дублирование	—
Фиксирование	—	—	Фиксирование	—
Промывка	—	—	—	—

* Модификация старого способа обработки фотопленки NC-19 (см. четвертый процесс).

** Новый способ обработки фотопленок NC-19 и NC-21 [61].

*** Процесс Агфа-Геверт для цветных негативных фотопленок.

*4 Способ обработки цветных негативных фотопленок первых выпусков. Дублирование для современных фотопленок можно исключить.

*5 Одноэтапный способ сокращенной обработки цветной негативной пленки для получения двухцветных технических снимков [60].

Отбеливание	Отбеливание	Отбеливание с фиксированием	Отбеливание	Отбеливание
Промывка	Промывка		Промывка	Стабилизация
Фиксирование	Фиксирование		—	—
Промывка	Промывка	Промывка	—	Промывка

Основополагающим является многованный с двумя фиксированиями процесс цветной обработки, основанный на необходимых к каждой отдельной операции химических требованиях, обеспечивающих нормальные результаты (146). Для сокращения времени на его основе разработаны упрощенные ускоренные процессы, применяемые на производстве при машинной обработке большого количества рулонных киноматериалов, с обязательным сенситометрическим контролем и химическим анализом растворов, позволяющим получать стандартные результаты на заданных типах цветных материалов. В индивидуальных условиях при ручной обработке сокращенные и ускоренные режимы обработки мало применимы (особенно при высоких температурах), поскольку проявляющие растворы с неизбежным расхождением количественного состава применяются без химического анализа с трудом выдерживаемым технологическим режимом и приводят к ухудшению цветопередачи с появлением повышенной вуали.

Маскированные и немаскированные пленки при относительно одинаковых режимах процесса проявления в отбеливающих растворах обрабатываются по-разному. Для маскированных пленок состав отбеливателя устанавливают такой концентрации, чтобы маска (желтый и оранжевый фильтровые слои) не обесцвечивалась или обесцвечивалась мало. Количество красной кровяной соли выше 30—50 г/л или значительное увеличение времени отбеливания может привести к значительному или полному обесцвечиванию маски. Отбеливатель, имеющий 100 г/л красной кровяной соли, пригоден только для немаскированных пленок.

В процессах проявления с двумя фиксированиями предпочтительно применение двух отдельных фиксажей. Для современных хорошо задубленных пленок температура промывной воды допускается равной температуре проявителя и соответственно укороченное время промывки. Обработка до фиксирования включительно должна проводиться в темноте. Последующие операции допускается вести на свету.

Применение пополнителя. Проявление в одном литре проявляющего раствора одновременно-последовательно допустимого количества фотопленок в стандартном фотобачке с корректировкой времени проявления (его удлинения) часто приводит к ошибкам. С целью эффективного использования одного литра проявителя с получением хороших результатов для восьми катушечных, например, 35-мм пленок при одном заданном времени проявления рабочий раствор подкрепляют тем же проявителем. Проявляют с двумя или одним фотобачком.

Проявление двух пленок в двух фотобачках. После проявления первых двух пленок в каждый фотобачок добавляют по 50 мл свежего проявителя (из оставшихся 300 мл приготовленного) и проявляют далее третью и четвертую пленки (вторую пару). Так же поступают при проявлении оставшихся пар пленок.

Проявление по одной пленке. После проявления первой пленки в фотобачок доливают 50 мл свежего проявителя и проявляют вторую пленку. После проявления второй пленки из бачка выливают 50 мл раствора, добавляют 100 мл свежего проявителя и проявляют третью пленку. После ее проявления и проявления каждой последующей пленки из бачка выливают 50 мл раствора и добавляют 100 мл свежего проявителя.

При таком пополнении рабочего раствора в одном или двух фотобачках один литр проявителя расходуют на проявление одновременно-последовательно восьми пленок. Если проявляют меньше пленок, а раствор сохраняют, то проявление остальных после хранения раствора пленок не обеспечивает нормальные результаты.

146. Проявление цветных негативных фотопленок без допроявления. Механика проявления (143), рабочее место (31). Длительная промывка после проявления необходима для полного удаления из фотослоя остатков проявляющего раствора. Кроме того, в начальной стадии промывки происходит допроявление фотослоя (особенно нижних частичных слоев) с повышением светочувствительности и без увеличения контрастности. При этом увеличиваются плотности в тенях объекта с проработкой их деталей. В конечной стадии промывки полностью вымываются вещества проявителя. Обязательное условие: промывка должна быть равномерной по всей площади фотослоя.

Режим обработки

<i>Порядок операций</i>	<i>Время обработки, мин</i>	<i>Температура раствора, °C</i>
Проявление	5—8	20 ± 0,3
Промывка	12—15	18 ... 22
Фиксирование первое	8	19 ... 21
Промывка	12—15	18 ... 22
Отбеливание	7	19 ... 21
Промывка	4—6	18 ... 22
Фиксирование второе	4	19 ... 21
Промывка	15—20	18 ... 22
Общее время обработки	83	—

Состав обрабатывающих растворов

Проявитель

<i>Раствор А</i>		<i>Раствор Б*</i>	
Трилон-Б, г	1	Трилон-Б, г	1
Гидроксиламин, г	1,2	Поташ, г	75
ЦПВ-1, г	2,75	Сульфит натрия, г	2
Вода, мл	400	Калий бромистый, г	2,5
		Вода, мл	400

* Раствор Б вливают в раствор А порциями медленно при помешивании и доливают водой до объема 1 л.

Отбеливатель

Нормальный

Упрощенный*

Железосинеродистый калий, г	50
Фосфорнокислый калий однозамещенный, г. . . .	4,4
Фосфорнокислый натрий двухзамещенный, г. . . .	3,2
Вода, л, до	1

Железосинеродистый калий, г.	50
Бромистый калий, г. . . .	10
Вода, л, до	1

* Бромистый калий можно заменить хлористым натрием в удвоенном количестве.

Фиксаж

Простой

Кислый

Тиосульфат натрия, г . .	250
Вода, л, до	1

Тиосульфат натрия, г. . .	250
Сульфит натрия, г.	40
Метабисульфит калия, г. .	2
Вода, л, до	1

147. Проявление цветных негативных пленок с допроявлением (ГОСТ 5554—70). Механика проявления (143), рабочее место (31). Относительно процесса (146) промывка заменена операцией допроявления.

Режим обработки

Порядок операций	Время обработки, мин	Температура раствора, °С
Проявление	5—8	20±0,3
Допроявление	5	20±0,3
Фиксирование первое	4—7	16 ... 20
Промывка	10—12	8 ... 14
Отбеливание	4	19 ... 21
Промывка	5	8 ... 14
Фиксирование второе	4	17 ... 20
Промывка	15—25	8 ... 14
Общее время обработки	70	—

Состав обрабатывающих растворов

Проявитель

Раствор А

Раствор Б*

Трилон-Б, г.	1
Гидроксиламин, г.	1,2
ЦПВ-1, г.	2,3
Вода, мл.	400

Трилон-Б, г.	1
Поташ, г.	60
Сульфит натрия, г.	2
Калий бромистый, г.	2
Вода, мл.	400

* Раствор Б вливают в раствор А порциями медленно при помешивании и доливают водой до объема 1 л.

Допроводитель рН = 6,8 ... 7,8

Фиксаж, рН = 6,6 ... 6,9

Метабисульфит натрия, г . . . 2
Вода, л 1

Тиосульфат натрия, г 200
Сульфит натрия, г 5
Метабисульфит натрия, г . . . 2
Вода, л, до 1

Отбеливатель, рН = 4,5 ... 5,5

Железосинеродистый
калий, г 30
Калий бромистый, г 15

Калий фосфорнокислый
однозамещенный, г 17
Вода, л, до 1

148. Проявление цветных пленок по упрощенному способу. Механика проявления (143), рабочее место (31). Упрощение достигнуто исключением из обработки по процессу (146) операций первого фиксирования и промывки после него. Растворение незасвеченного галогенного и железистосинеродистого серебра после отбеливания происходит при последующем фиксировании. Особого внимания требует промывка после проявления. При неполной промывке загрязняется отбеливатель заносимым с пленкой проявителем и продуктами окисления с возможным появлением цветной вуали.

Режим обработки

Порядок операций	Время обработки, мин	Температура раствора, °С
Проявление	5—8	20 ± 0,3
Промывка	15	18 ... 22
Отбеливание	5	19 ... 21
Промывка	5	18 ... 22
Фиксирование	6	19 ... 21
Промывка	20	18 ... 22
Общее время обработки	59	—

Состав обрабатывающих растворов

Проявитель

Раствор А

Трилон-Б, г 1
Гидроксиламин, г 1,2
ЦПВ-1, г 2,3
Вода, мл 400

Раствор Б*

Трилон-Б, г 1
Поташ, г 75
Сульфит натрия, г 2
Калий бромистый, г 2,5
Вода, мл 400

* Раствор Б вливают в раствор А порциями медленно при помешивании и доливают водой до объема 1 л.

Отбеливатель*

Калий железосинеродистый, г 50
Калий фосфорнокислый
однозамещенный, г 5,8
Натрий фосфорнокислый
двухзамещенный, г 4,3
Вода, л, до 1

Фиксаж*

Тиосульфат натрия, г 250
Вода, л, до 1

* Можно применять простой отбеливатель и кислый фиксаж (146).

149. Проявление цветных негативных фотопленок по способу НИКФИ. Механика проявления (143), рабочее место (31). Способ является ускоренным, в котором относительно процесса (146) исключено второе фиксирование с промывкой, а первая промывка заменена допроявлением. Способ характерен заносом в отбеливатель с пленкой тиосульфата натрия, которым растворяется отбеленное железистосинеродистое серебро. В связи с этим отбеливатель нестабилен и требует хорошего подкрепления в процессе обработки большого количества пленки. Отбеливатель предпочтительно менять или добавлять в него 10 г/л красной кровяной соли после обработки каждой пленки.

Режим обработки

Порядок операций	Время обработки, мин	Температура раствора, °С
Проявление	5—8	20±0,3
Допроявление	5	20±0,3
Фиксирование	6	19 ... 21
Отбеливание	4	19 ... 21
Промывка	15—20	19 ... 21

Состав обрабатывающих растворов

Проявитель

Раствор А		Раствор Б*	
Трилон-Б, г	1	Трилон-Б, г	1
Гидроксиламин, г	1,2	Сульфит натрия, г	2
ЦПВ-1, г	2,3	Поташ, г	60
Вода, мл	400	Калий бромистый, г	2
		Вода, мл	400

* Раствор Б вливают в раствор А порциями медленно при помешивании и доливают водой до объема 1 л.

Допроявитель	Фиксаж	Отбеливатель
Метабисульфит натрия, г 2	Тиосульфат натрия, г 200	Железосинеродистый калий, г 30
Вода, л 1	Сульфит натрия, г 5	Бромистый калий, г 15
	Метабисульфит натрия, г 2	Фосфорнокислый калий однозамещенный, г 17*
	Вода, л, до 1	Вода, л, до 1

* При обработке немаскированных пленок фосфорнокислый калий можно исключить.

150. Проявление цветных негативных пленок NC-19 по процессу ОРВО -5166 (старый способ). Механика обработки (143), рабочее место (31). После проявления недостаточная промывка повышает среднюю плотность негатива. Для обработки можно применять набор фотохимикатов Масколор завода «Реанал» (ВНР) по режиму, специально указанному для NC-19. После проявления каждой 35- или 60-мм фотопленки в проявитель до-

бавляют по 50 мл пополнителя Орвоколор С-15R. Отбеливатель и фиксаж подкрепляют рабочими растворами также по 50 мл после каждой пленки.

Режим обработки

Порядок операций	Обозначение раствора	Время обработки, мин	Температура раствора, °C
Проявление	Орвоколор С-15	7—8	20±0,25
Промывка	—	15	12 ... 15
Отбеливание	Орвоколор С-55	5	19 ... 21
Промывка	—	5	12 ... 15
Фиксирование	Орвоколор С-71	5	19 ... 21
Промывка	—	15	12 ... 15
Общее время обработки	—	53	—

Состав обрабатывающих растворов

Проявитель С-15, pH = 10,8 ... 11		Пополнитель С-15R, pH = 10,8 ... 11	
Раствор А*		Раствор А*	
Трилон-Б, г	2	Трилон-Б, г	2
Гидроксиламин, г	1,2	Гидроксиламин, г	1,5
ЦПВ-1, г	3	ЦПВ-1, г	4,5
Вода, мл	400	Вода, мл	400
Раствор Б		Раствор Б	
Трилон-Б, г	1	Трилон-Б, г	1
Поташ, г	75	Поташ, г	75
Сульфит натрия, г	2	Сульфит натрия, г	2,5
Калий бромистый, г	2,5	Калий бромистый, г	1,9
Вода, мл	400	Вода, мл	400

* Фирма ОРВО рекомендует раствор А вливать в раствор Б, а не наоборот. Вливают порциями медленно при помешивании и доливают водой до объема 1 л.

Отбеливатель С-55* pH = 5,0 ... 5,4		Фиксаж С-71 pH = 6,5 ... 7,5	
Калий железосинеродистый, г	40	Тиосульфат натрия, г . . .	200
Калий бромистый, г	15	Вода, л, до	1
Калий фосфорнокислый однозамещенный, г	25		
Вода, л, до	1		

* Отбеливатель С-57а со 100 г/л красной кровяной соли непригоден.

151. Проявление цветных негативных пленок NC-19 и NC-21 по процессам ОРВО-5168 и ОРВО-5168/1 (новый способ). Механика проявления (143), рабочее место (31). Процессы обработки отличаются от ранее существовавших изменением состава проявителя, введением стоп-раствора и повышенной температурой обработки. Вследствие этого на качестве изображения сказывается жесткость воды для растворов и промывки. В проявителе йодистый калий

уравнивает кинетику проявления всех трех чувствительных слоев фотослоя, а фосфорнокислые соли создают его необходимую буферность. Для поддержания требуемого значения pH выдерживают строго определенное количественное соотношение между пирофосфатом и трифосфатом натрия. При увеличении трифосфата натрия значение pH возрастает, при увеличении пирофосфата — снижается. В процессе обработки величина pH регулируется с помощью 10 %-ных растворов NaOH или уксусной кислоты.

Значение pH проявителя	Количество 10 %-ного раствора щелочи или кислоты для поддержания pH=11 ... 11,2	Значение pH проявителя	Количество 10 %-ного раствора щелочи или кислоты для поддержания pH=11 ... 11,2
------------------------	---	------------------------	---

Едкого натра

Уксусной кислоты

10,4	7,0 мл/л	11,3	3,5 мл/л
10,6	6,5 мл/л	11,4	7,0 мл/л
10,8	5,0 мл/л	11,6	11,0 мл/л
10,9	3,0 мл/л	11,8	16,0 мл/л
		12,0	20,0 мл/л

Отбеливающий раствор относительно сложен. Возможно применение упрощенного раствора без уксуснокислого натрия и кислоты. Превышение концентрации красной кровяной соли и изменение $pH < 5$ приводит к разрушению масок.

В 1 л проявителя без пополнителя при одновременно-последовательной обработке проявляют восемь 35- или 60-мм фотопленок. При этом после проявления каждой пленки, начиная со второй, время проявления увеличивают на одну минуту относительно предыдущего. С применением пополнителей в каждый раствор после обработки каждой пленки добавляют 50 мл пополнителя. Для обработки пленок в индивидуальных условиях выпускают набор фотохимикатов Орвоколор 5168K на 600 мл рабочего раствора.

Режим обработки

Порядок операций	Обозначение раствора	T, °C	t _{обр.} , мин	T, °C	t _{обр.} , мин
Проявление	Орвоколор-14	24±0,25	6—8	21±0,25	8—10
Стоп-ванна	Орвоколор-37	20 ... 24	2—5	20 ... 22	2—5
Промывка	—	21 ... 24	4	10 ... 21	5
Отбеливание	Орвоколор-55 (или 50/4)	22 ... 24	4	20 ... 22	5
Промывка	—	21 ... 24	4	10 ... 21	5
Фиксирование	Орвоколор-71	22 ... 24	5	20 ... 22	5
Промывка	—	21 ... 24	8	10 ... 21	15
Общее время обработки	—	—	38	—	55

Состав обрабатывающих растворов

	Проявитель Орвоколор-14	Пополнитель Орвоколор-14R
Гексаметафосфат натрия, г	5	10
Гидроксиламин, г	0,8	1,4
ЦПВ-1, г	1,7	2,5

Тетранатрийпирофосфат б/в, г . . .	14	5
Тринатрийфосфат крист., г . . .	11	25
Калий бромистый, г	0,9	—
Калий йодистый, г	0,005	—
Вода, л, до	1	1
pH	11—11,2	11,25—12,25

	<i>Стоп-раствор Орвоколор-37</i>	<i>Пополнитель Орвоколор-37R</i>
Натрий уксуснокислый, г	15	5
Уксусная кислота ледяная, мл . .	25	25
Вода, л, до	1	1
pH	3,9—4,3	3,5—3,9

Отбеливатель Орвоколор-50/4

Фиксаж Орвоколор-71

Калий железосинеродистый, г 40	Тиосульфат натрия, г	200
Калий бромистый, г 15	Вода, л, до	1
Натрий уксуснокислый, г . . . 10	pH	6,5—7,5
Вода, л, до 1		
pH 5		

152. Проявление цветных негативных пленок с одновременным фиксированием для технических снимков (однованный способ). Характерен получением приближенных цветов и применим для быстрого изготовления цветного негатива, например штрихового изображения. Механика проявления может быть любая (143). Вследствие последовательной диффузии компонентов обрабатывающего раствора в глубь фотослоя происходит неравномерное проявление с разбалансировкой частичных слоев по контрастности и чувствительности с искажением цвета, что допустимо для технических иллюстративных целей (проявление идет быстрее чем фиксирование). Получение на негативе зональных цветов и субтрактивный синтез при фотопечати исключаются. При однованной обработке диффузия ЦПВ по сравнению с диффузией тиосульфата натрия в глубь фотослоя отстает, поэтому дальние частичные слои имеют большой выход красителя с преобладанием этого цвета. С применением однованного способа чувствительность пленок уменьшается: негативных в два раза, позитивных в 4—6 раз.

Режим обработки

<i>Порядок операций</i>	<i>Время обработки для немаскирован- ных пленок, мин</i>	<i>Время обработки для маскирован- ных пленок, мин</i>	<i>T, °C</i>
Проявление с фиксированием	8—10	10—12	22
Промывка	12—15	12—15	18 ... 22
Отбеливание	—	4—6	20 ... 22
Стабилизация	1—1,5	1 —1,5	22
Промывка*	10—15	10—15	18 ... 22

* Применяют в случае длительного хранения негатива.

Состав обрабатывающих растворов
Цветной проявляюще-фиксирующий раствор

Раствор А		Раствор Б*	
Трилон-Б, г	1	Трилон-Б, г	1
Сульфит натрия, г	14	Сода, г	55
ЦПВ-1, г	11	Натр едкий, г	10
Вода, мл	400	Калий бромистый, г	1,2
		Тиосульфат натрия, г	46**
		Вода, мл	400

* Раствор Б вливают в раствор А порциями медленно при помешивании и дополняют водой до объема 1 л.

** При многократном применении раствора тиосульфат натрия добавляют по мере его израсходования.

Стабилизирующий раствор		Отбеливатель для маскированных пленок	
Уксусная кислота		Железосинеродистый	
28 %-ная, мл	30	калий, г	50
Алюмокалиевые квасцы, г	25	Калий бромистый, г	10
Вода, л, до	1	Вода, л, до	1
t _{обр} , мин	1—1,5		

153. Проявление цветных негативных пленок одноразовыми проявителями. Механика проявления (143), рабочее место (31). Способ основан на применении концентрированных растворов, разбавляемых водой перед применением. Проявитель составляют из двух запасных растворов: раствора ЦПВ с сохраняющими веществами и раствора поташа, дозируемыми перед работой. Раствор ЦПВ разливают в малые порционные пузырьки или пробирки с резиновыми пробками, раствор поташа — в сосуд большого объема. Для составления рабочих растворов берут малые порционные запасные растворы и разбавляют в заданном объеме воды на фотобачок. Время проявления соответствует удвоенному значению, указанному на упаковке пленки. После проявления все последующие операции цветной обработки выполняют по любому процессу (146—152), а раствор выливают.

Цветной негативный проявитель

Запасной раствор А		Запасной раствор Б	
Трилон-Б, г	2	Поташ, г	100
Бензотриазол (2 %-ный раствор), мл	5	Вода, мл	125
Гидроксиламин, г	2		
Сульфит натрия, г	1		
Метабисульфит натрия, г	2		
Калий бромистый, г	2		
ЦПВ-1, г	8		
Вода, мл	400		

Составление рабочего раствора цветного проявителя

	Раствор А, мл	Раствор Б, мл
На объем воды, мл	335	13,5
То же, мл	500	20
» мл	1000	40
		4,2
		6
		12

154. Общие сведения. При обработке цветных пленок с обращением (ЦО) выполняют все технологические требования, относящиеся к обработке негативных пленок. Особенность проявления пленок ЦО заключается в проведении двух этапов: первого — основополагающего черно-белого проявления, проводимого в темноте, и второго — цветного проявления, проводимого на свету. В процессе первого проявления образуется негативное серебряное изображение, формирующее будущее цветное. При условии правильно составленных растворов режим обработки (механика проявления и температура) влияет на цветность и плотность цветного обращенного изображения.

Недопроявление приводит к уменьшению светочувствительности фотослоя, повышению контраста конечного изображения, увеличению максимальных плотностей, а также минимальных, часто принимаемых за вуаль. Изображение при недопроявлении в черно-белом проявителе плотное, характерное грязно-желтым оттенком.

Перепроявление в первом проявителе приводит к обратным явлениям: увеличению светочувствительности фотослоя, уменьшению максимальных плотностей (высветлению изображения) и падению контраста. Это особенно сказывается на верхнем, синечувствительном слое, который в большинстве случаев перепроявляется при неправильной механике процесса проявления: быстром и постоянном вращении спирали с пленкой. В результате перепроявления не хватает выхода желтого красителя и изображение принимает синеватый оттенок. К этим недостаткам также приводит передержка при съемке, разбеливающая цвет изображения.

Неправильность проявления можно определить по цвету межкадровых промежутков и цифровых меток на краях пленки. Если пленка обработана правильно, то маркировочные метки должны быть ярко-желтого цвета, а межкадровые и межперфорационные участки — темно-зеленого, темно-синего или почти черного цвета. При перепроявлении в первом проявителе цвет маркировочных меток разбеливается и они становятся светло-желтыми, почти прозрачными, а при недопроявлении — темно-оранжевыми плотными.

К несовершенству обработки относят пурпурный оттенок изображения (пурпурную вуаль), редко появляющийся от длительного и неправильного (при высокой температуре) хранения пленки после съемки. На характер цветопередачи влияет спектральное пропускание применяемых при съемке объективов, дающих теплые или холодные (чаще) тона вследствие разной степени просветления. Эти цветовые отклонения часто путают с ошибками обработки.

Некоторые цветовые искажения можно несколько исправить химической коррекцией цвета (157). Если обработка проведена правильно, то искажение цвета изображения может быть при экспозиционных ошибках. При *съемочной недодержке* значительно меньшую экспозицию получает нижний (красночувствительный) слой, в результате чего выход его голубого красителя будет больше и изображение приобретает синий оттенок, плотность которого увеличится при большой недодержке. При *съемочной передержке* относительно большую передержку получает верхний (синечувствительный) слой, сильно уменьшается выход желтого красителя и с непропорциональным уменьшением

красителей двух нижних слоев цвет изображения разбеливается с уменьшением общей плотности.

В процессе обработки на пленке может появиться ретикуляция вследствие большой разницы температур растворов и промывной воды. При хорошей задубленности современных фотослоев температура промывной воды может быть приравнена к температуре растворов. Указанная в рецептах низкая температура промывной воды установлена для производственных условий машинной обработки, в которых используется местная (артезианская) вода с целью исключения колебаний состава и температуры, присущих городской водопроводной сети.

При обработке следует учитывать разное время проявления однотипных фотопленок (различных номеров полива эмульсий и номеров осей [19]) и не проявлять их, сложенными вместе. Практика также показывает, что фотопленки типа ЦО и УТ можно обрабатывать в одних растворах при опытным определении времени проявления. Для индивидуальной обработки выпускают наборы фотохимикатов: Диахром — для пленок ЦО, УТ и УК; Фомахром — для пленок Фомахром-Д.

155. Характеристика операций обработки цветных обрабатываемых фотопленок. На качество цветного обращенного изображения при обработке влияет в основном три технологических фактора: правильность составления растворов, строгое выполнение режима обработки и требуемая механика проявления.

Первое (черно-белое) проявление. Обращаемую пленку проявляют при температуре, указанной в режиме обработки. Ее следует выдерживать в указанном пределе с применением термостатирования. Понижение температуры первого проявителя снижает проявленность нижних слоев (особенно третьего) и, при условии нормального цветного проявления, соответственно увеличивает в них выход своих красителей с преобладанием в цветном изображении синих оттенков. Повышение температуры первого проявителя увеличивает проявленность нижних слоев, уменьшает выход красителей при цветном проявлении и приводит к красным отекам изображения.

Можно отклониться от режимной температуры и проявлять при более повышенной или пониженной, однако строго выдерживать постоянство ее уровня. Рабочей температурой проявления может быть устойчивая температура воздуха помещения, где проводят обработку, к которой приравнивается температура раствора, но не менее 20 °С. При этом можно ориентироваться следующей таблицей.

Зависимость времени первого проявления, %, от температуры черно-белого проявителя

<i>T, °C</i>	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>t_{обр}, %</i>	155	142	130	120	109	100	92	84	77	72	60

С погружением в проявитель спирали с пленкой, имеющей другую температуру, температура изменяется на 1–2 °С, вследствие чего получают ощутимые отклонения от номинальных оптических параметров фотослоя. Поэтому необходимо перед проявлением уравнивать температуру спирали с пленкой предварительным размачиванием в воде с температурой, равной температуре раствора. При этом в условиях повышенных температур

и малом времени проявления набухшая желатина способствует быстрому проникновению раствора в фотослой.

Со временем, прошедшим со дня выпуска, оптические параметры фотопленок, в частности — светочувствительность, изменяются. Поэтому проявляют их несколько дольше. Ориентировочное увеличение времени проявления при 20 °С указано в таблице.

Зависимость времени первого проявления пленки ЦО, %, от длительности хранения после выпуска

Время хранения, мес	0	6	12	18	24
Время черно-белого проявления, %	100	105	110	115	125

Результаты первого проявления значительно зависят от механики проведения процесса. Режим перемешивания влияет прежде всего на проявленность верхнего и недопроявленность нижних частичных светочувствительных слоев. Для оптимальной проявленности необходимо опытным путем выбрать механику проявления (143), зависящую в основном от температуры раствора. С непрерывным перемешиванием при черно-белом проявлении верхний слой перепроявляется и вызывает меньший выход желтого красителя при цветном проявлении.

При первом проявлении надо следить за точным количеством йодистого калия, так как изменение его концентрации на 0,001—0,003 г/л влияет на цветовые оттенки изображения. При избытке йодистого калия верхний слой недопроявляется и при последующем цветном проявлении в нем образуется большее количество желтого красителя, придающего изображению желтый оттенок. При недостатке верхний слой перепроявляется с малым выходом желтого красителя в цветном проявителе и изображение приобретает голубой оттенок. Это свойство иногда применяют для регулировки цветности изображения. Отсутствие йодистого калия приводит к появлению плотной серой вуали. Увеличение в черно-белом проявителе роданистого калия приводит к осветлению ярких участков изображения, уменьшению его максимальной плотности и ослаблению желтого красителя.

Промывка после черно-белого проявления (первая) применяется для непосредственного вымывания проявителя из фотослоя или для ополаскивания перед стоп-ванной.

В первом случае промывают 20—25 мин вследствие увеличенной толщины обрабатываемых пленок. Относительно длительная промывка вначале быстро удаляет из фотослоя бромистый калий, что приводит к появлению безбромидной вуали верхнего частичного слоя. Для ее предотвращения первую половину промывки рекомендуется проводить в слабом растворе бромистого калия (2—6 г/л) с заменой этого раствора через каждые 2—3 мин. Вторую половину промывки проводят в обычной воде. После такой комплексной промывки увеличивается насыщенность желтого цвета, а засвеченные участки получают чисто черный цвет. Такой способ промывки позволяет также применять для съемки просроченные пленки. Незначительно снижаемая светочувствительность компенсируется увеличением экспозиции.

Во втором случае первая промывка играет роль ополаскивания пленки до 30 с с целью сохранить следующий за ним стоп-раствор. При однократном применении стоп-раствора ополаскивание можно исключить. Для резкого сокращения прояв-

ления температуру ополаскивания снижают на несколько градусов.

Стоп-ванна применяется при обработке некоторых фотопленок с обращением. Время—не более 2 мин в свежем растворе. Для одноразового применения стоп-раствор может иметь только концентрированную уксусную кислоту в количестве 15 мл/л. После стоп-ванны все операции проводят на свету. Пленка после обработки имеет молочно-кремовый цвет с черно-белым негативным изображением.

Промывка после стоп-ванны (вторая) необходима для удаления из фотослоя стоп-раствора. Обычно она совмещается с засветкой и потому эффективна.

Засветка осуществляется лампой 100—1000 Вт на расстоянии 1—2 м. Проводить ее рекомендуется при нахождении спирали с пленкой в воде. Можно засвечивать пленку и вне воды. При этом следят за расстоянием лампы до эмульсии. Относительно просто засветка осуществляется для 35-мм фотопленок. Спираль помещают в белый сосуд с водой и располагают лампу над сосудом на расстоянии 30—80 см в зависимости от мощности лампы. Время засветки зависит также от мощности лампы: при 100 Вт — не менее 2 мин, при 1000 Вт достаточно 30 с. Значительно сложнее засвечивать 60-мм фотопленку. Для ее засветки предварительно готовят бытовую ванночку или глубокий таз с высокими стенками, наполненный холодной водой (16—20 °С). Для засветки пленку аккуратно снимают со спирали и держат за оба конца перед лампой на расстоянии 0,8—1,5 м в зависимости от мощности лампы, поворачивая к свету обеими сторонами. После засветки пленку осторожно вставляют в спираль, помещают в воду и вводят в пазы спирали, поворачивая ее щечки. В воде пленка легко входит в спираль. Недостаток такого засвечивания — опасность повредить фотослой. Однако при определенных навыках процесс засветки и зарядки пленки проходит успешно.

Цветное проявление (второе). Обычно пленку проявляют 10 мин. За это время происходит достаточно полное проявление, необходимое для выхода определенного количества красителей. В отличие от черно-белого при цветном проявлении можно расширить допуск температуры до ± 1 °С и при нижнем допуске проявлять на 1 мин дольше. Как и при черно-белом проявлении, можно отклониться от режимной температуры и проявлять при другой, руководствуясь таблицей.

*Зависимость времени цветного проявления,
%, от температуры раствора*

<i>T</i> , °С	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>t</i> обр, %	135	127	120	113	106	100	94	89	84	79	75

Перед цветным проявлением во время засветки, при которой спираль с пленкой находится в воде, необходимо уравнивать ее температуру с температурой цветного проявителя. Тогда, при перенесении в него пленки, процесс проявления начнется в заданном режиме.

Увеличение времени проявления ведет к некоторому повышению контраста и к увеличению общей плотности изображения с преобладанием холодных тонов, так как увеличивается доля проявленности нижних слоев. *Уменьшение времени проявления*

дает меньший контраст и снижение общей плотности изображения с преобладанием теплых тонов, что достигается меньшей проявленностью нижнего слоя, дающего выход голубого красителя.

Существенную роль играют компоненты цветного проявителя: избыток сульфита натрия приводит к уменьшению красителей, а замена поташа содой нежелательна. Цветной проявитель содержит ЦПВ-1, придающий цветному изображению холодный оттенок. С применением ЦПВ-2 изображение приобретает теплые тона с повышением насыщенности оранжево-красных тонов. Для устранения этих оттенков в цветной проявитель вводят оба вещества в соотношении: ЦПВ-1 — 1,6—1,8 г/л плюс ЦПВ-2 — 2—2,5 г/л. При необходимости получить преобладание какого-либо оттенка массовое отношение этих веществ можно изменить в соответствующую сторону. После цветного проявления фотослой приобретает непрозрачный буро-коричневый цвет с видимыми следами негативного изображения со стороны эмульсии.

Промывка после цветного проявления должна быть интенсивной, быстро удаляющей из фотослоя компоненты цветного проявителя. Недостаточная промывка с остатками ЦПВ в фотослое при последующем отбеливании приводит к появлению цветной вуали. При полной промывке промывная вода не должна иметь никакого цветного оттенка. В зависимости от температуры воды время промывки можно изменить согласно таблицы.

Температура воды, °С	5	10	15	20	25
Время промывки, %	300	150	100	70	50

Отбеливание. Основным веществом является калий железосинеродистый (красная кровяная соль), применяемый для цветных обрабатываемых пленок в концентрации 80—120 г/л. Раствор с одной красной кровяной солью работает медленно и быстро истощается. Для ускорения отбеливания в раствор добавляют бромистый калий в количестве 20—50 г/л, заменяемый в равном количестве бромистым или хлористым натрием. При этом истощаемость быстро падает. Для увеличения буферных свойств и хорошей сохраняемости в отбеливатель вводят фосфорнокислые соли, применяемые в основном для обработки большого количества материала. В индивидуальных условиях при одновременно-последовательной обработке 8—10 фотопленок фосфорнокислые соли можно не вводить. А при отбеливании 1—2 пленок концентрацию основных компонентов можно сократить вдвое из расчета на емкость фотобачка и обрабатывать при удвоенном времени.

В процессе отбеливания фотослой остается плотным, а со стороны подложки полностью принимает голубой цвет с хорошо видимыми следами натуральных цветов. Этот признак является концом отбеливания без темных участков фотослоя. Большую плотность изображению придает отбеленное металлическое серебро, полученное при первом проявлении.

Промывка после отбеливания характерна трудным вымыванием компонентов из фотослоя вследствие тяжелой массы отбеливающего раствора, хорошо задерживающегося в пазах и щелях спирали с пленкой. Первую минуту рекомендуется часто сливать из фотобачка промывную воду и заливать свежую. При этом промывка идет более эффективно. Раствор отбеливателя портит фиксаж, поэтому промывку считают законченной, когда про-

мывная вода не будет иметь даже слабого желтого оттенка. При однократном применении последующего фиксажа промывку после отбеливания можно не проводить, а применить энергичное ополаскивание в течение 15—30 с со сливом воды.

Фиксирование проводят для удаления из фотослоя отбеленного серебра молочно-белого цвета с голубым оттенком. Время фиксирования устанавливают равным удвоенному времени освобождения фотослоя от отбеленного серебра. Для первых фото- пленок это время относительно мало, для последних — удли- ненное.

Окончательная промывка после фиксирования относительно длительная, необходимая для полного удаления из фотослоя имеющихся в нем солей обрабатывающих растворов и в первую очередь фиксажа. Минимальное время промывки для различ- ных температур воды можно установить по таблице, приведен- ной для промывки после цветного проявления. При окончатель- ной промывке можно несколько увеличить насыщенность голу- бых и синих тонов изображения в случае ее недостаточности. Для этого после 3—5 мин промывки в воде фотослой переносят в раствор буры с концентрацией 8—12 г/л на время 5—8 мин, после чего промывку продолжают.

156. Сохраняемость растворов и количество обрабатывае- мых обрабатываемых фотопленок. Технология обработки предус- матривает получение правильной цвето- и тонопередачи при од- новременно-последовательной обработке определенного макси- мально возможного количества фотоматериала, на которое рас- считывается 1 л раствора. После обработки этого количества растворы выливают. Готовые растворы, налитые под пробку и не бывшие в употреблении, хранятся относительно долго, бывшие в употреблении — мало. С целью ориентировки приво- дятся две таблицы для однократных фото- и кинопленок.

Количество цветных обрабатываемых фотопленок, обрабатываемых в соответствующих растворах

Раствор	Фотопленки	Кинопленки: 2×8,
	35- и 60- мм, шт (10 м),	Супер-8, шт.
Черно-белый проявитель	8	3
Стоп-раствор	12	4
Цветной проявитель	10	3
Отбеливатель	12	4
Фиксаж	14	5

Сохраняемость растворов для обработки цветных обрабатываемых фотоматериалов

Раствор	Свежий	Частично
	не использованный	использованный
Черно-белый проявитель	4 нед	1,5 нед
Стоп-раствор	2 мес	2 нед
Цветной проявитель	4 нед	1 нед
Отбеливатель	3 мес	1 нед
Фиксаж	4 мес	2 нед

157. Химическая коррекция цветного обращенного изобра- жения. Экспозиционные трудности при съемке и относительная сложность обработки являются основными причинами визуаль-

ных цветоискажений, дополняемых в некоторых случаях отклонениями сенситометрических характеристик фотопленок. Искажения цветопередачи в большинстве случаев выражаются в виде цветной вуали или преобладании в изображении какого-либо цветного оттенка. При маловыраженных цветоискажениях на готовых изображениях возможна химическая коррекция оттенков посредством обработки в специальных растворах. Процесс коррекции проводят при свете светлого пасмурного дня или люминесцентных ламп ЛД, ЛДЦ [19]. Контроль коррекции ведут визуально на просвет. Цветность этих источников света составляет 5700—7000 К. Наилучшим светом является свет лампы ЛДЦ с исправленной цветностью. Рассматривать цветные изображения на прямом солнечном свете, имеющем желтый оттенок, не рекомендуется. Нельзя рассматривать на фоне голубого неба ($T_{цв} = 10\,000 \dots 20\,000$ К). Недостатком химической коррекции цвета является некоторое ослабление красителей других цветов.

Перед обработкой в соответствующих растворах фотослой размачивают не менее 15 мин в воде. При одинаковом типе фотослоя действие ослабителей различно для разных номеров эмульсий, изготовленных в различное время.

Ослабление пурпурного оттенка проводят в двух растворах: кислом, в котором цветное изображение обесцвечивается, и в щелочном, с восстановлением первоначальных цветов, но с некоторым ослаблением пурпурного. В первом (кислом) растворе фотослой обрабатывают до необходимой степени ослабления, затем ополаскивают 10—20 с в воде и переносят во второй (щелочной) раствор до полного восстановления изображения.

Кислый раствор

Вода, л, до 400
Соляная кислота 10 %-ная, мл 100
 $t_{обр}$, мин 0,5—2

Щелочной раствор

Вода, мл 500
Сода, г 5

Ослабление желтого оттенка. Готовят запасной раствор и в него вводят каплями при помешивании 25 %-ный раствор нашатырного спирта. Выпавший осадок растворяется и раствор принимает синий цвет. Рабочий раствор готовят разбавлением запасного водой в пропорции 1:10—1:21. При ослаблении желтого красителя ослабляется и голубой. Раствор применим также для ослабления желто-зеленого оттенка изображения.

Запасной раствор

Медь сернокислая, г 2,5
Натрий хлористый, г 2,5
Вода, мл 50

Ослабление голубого оттенка проводят изменением концентрации перекиси водорода, с повышением которой скорость ослабления увеличивается. Большая скорость затрудняет контроль ослабления. Обработку ведут в растворе:

Вода, мл 400
Перекись водорода 3 %-ная, мл 70—100
Натр едкий, г 2

158. Проявление обрабатываемых фотопленок ЦО (СССР). Механика проявления (143), рабочее место (33). Обработка предусматривает первую отдельную промывку со стоп-ванной после черно-белого (первого) проявления, обеспечивающую стабильность процесса. При индивидуальной обработке в стоп-растворе уксусную кислоту можно заменить водным раствором алюмокалиевых квасцов (20 г/л), характерных дополнительным дубящим свойством (модификация-2). Для повышения буферной емкости при обработке большого количества материала стоп-раствор имеет состав модификации-3 с уксуснокислым натрием, уксусной и борной кислотой.

Большая задубленность фотослоев позволяет проводить обработку при температурах до 40 °С, режимы которой приводятся ниже. При этом необходимо обеспечить эффективное термостатирование для поддержания постоянства температуры в указанных пределах, особенно при первом и втором проявлении. Контроль температуры проводят термометром с ценой деления не более 0,25 °С. Термометр должен быть обязательно проверен по эталону с ценой деления не более 0,1 °С.

При необходимости обработки в индивидуальных условиях большого количества фотопленок допускается применение пополнителей. Их состав и порцию определяют опытным путем. Ориентировочно для подкрепления проявителей после проявления каждой 35- или 60-мм фотопленки пополнитель вводят: в черно-белый проявитель — 80 мл, в цветной — 40 мл на 1 л обрабатываемого раствора. Для этого отработанный проявитель сливают в сосуд со свежим проявителем. Выливают из него раствор, доводя объем: черно-белого проявителя — до 920 мл, цветного — до 960 мл и вводят в них пополнители. Для подкрепления других растворов применяют рабочие свежие растворы и добавляют: в стоп-раствор — 30 мл, отбеливатель и фиксаж — по 25 мл.

По режиму обработки пленок ЦО можно обрабатывать фотопленки УТ и УК.

Режим обработки фотопленок ЦО при температуре проявления 25 °С

<i>Порядок операций</i>	<i>Время проявления, мин</i>	<i>Температура раствора, °С</i>
Черно-белое проявление	8—12*	25±0,3
Промывка (ополаскивание)	2	12 ... 18
Стоп-ванна	2—3	19 ... 21
Промывка	5	12 ... 18
Засветка	3	—
Цветное проявление	8—12	25±0,3
Промывка	20	12 ... 18
Отбеливание	5	19 ... 21
Промывка	5	12 ... 18
Фиксирование	5	19 ... 21
Промывка	15	12 ... 18

* Время проявления указано на упаковке пленки.

Режим обработки фотопленок ЦО при высокой температуре

Порядок операций	$t_{\text{обр}}$, мин	T , °C	$t_{\text{обр}}$, мин	T , °C
Смачивание	—	—	0,3	37...43
Черно-белое проявление	5,5—7,5*	$30 \pm 0,3$	1,5—2,2*	$40 \pm 0,3$
Промывка	0,5	28...32	0,5	38...42
Стоп-ванна	1	29...31	0,5	39...41
Промывка	2	28...32	1	38...42
Засветка	2—5	—	2—5	—
Цветное проявление	6,5	$30 \pm 0,3$	1,8—2,2	$40 \pm 0,3$
Промывка	6	28...32	3	38...42
Отбеливание	2,5	29...31	2	39...41
Промывка	1	28...32	0,5	38...42
Фиксирование	2	29...31	0,7	39...41
Промывка	3	28...32	3	38...42
Общее время обработки	35	—	19,5	

* Время проявления определяют пробой.

Состав рабочих растворов

Черно-белый проявитель

Трилон-Б, г	2	Калий бромистый, г	2
Бура, г	15	Калий роданистый, г	2,5
Сульфит натрия, г	40	Калий йодистый, г	0,01
Гидрохинон, г	4,5	Вода, л, до	1
Метилфенидон, г	0,25	pH	9,8—10
Поташ, г	20		

Стоп-растворы

Модификация-1	Модификация-2	Модификация-3
Уксуснокислый натрий, г 15	Алюмокалиевые квасцы, г 20	Алюмокалиевые квасцы, г 20
Уксусная кислота ледяная, мл 25	Вода, л, до 1	Уксусная кислота ледяная, мл 12
Вода, л, до 1	pH 3,7—4,2	Уксуснокислый натрий, г 25
pH 4,2		Борная кислота, г 4
		Вода, л, до 1
		pH 4,2—4,4

Цветной проявитель

Раствор А

Раствор Б*

Трилон-Б, г	1	Трилон-Б, г	1
Гидроксиламин, г	1,2	Поташ, г	75
ЦПВ-1, г	4	Сульфит натрия, г	2
Вода, мл	400	Калий бромистый, г	2
		Вода, мл	400

* Раствор Б вливают в раствор А порциями медленно при помешивании и доливают водой до объема 1 л, pH≈10,8...11,0.

*Отбеливатель**Фиксаж*

Калий железосинеродистый, г	100
Калий бромистый, г	35
Калий фосфорноокислый однозамещенный, г	5,8
Натрий фосфорноокислый двухзамещенный, г	4,3
Вода, л, до	1
pH	6,2—6,4

Тиосульфат натрия, г	160
Сернокислый аммоний, г . . .	80
(или хлористый), г	(40)
Вода, л, до	1
pH	6,6—6,8

Пополнитель для черно-белого проявителя

Трилон-Б, г	2
Бура, г	15
Сульфит натрия, г	48
Гидрохинон, г	6
Метилфенидон, г	0,27

Поташ, г	21
Калий бромистый, г	0—2
Калий роданистый, г	2,6
Калий йодистый, г	0,01
Вода, л, до	1

*Пополнитель для цветного проявителя**Раствор А**Раствор Б**

Трилон-Б, г	1
Гидроксилламин, г	1,2
ЦПВ-1, г	5,7
Вода, мл	400

Трилон-Б, г	1
Сульфит натрия, г	2,3
Поташ, г	75
Калий бромистый, г	0—2
Вода, мл	400

* Раствор Б вливают в раствор А порциями медленно при помешивании и доливают водой до объема 1 л.

159. Проявление обрабатываемых фотопленок «Орвохром УТ» (ГДР). Механика проявления (143), рабочее место (33). Для всех типов фотопленок УТ состав обрабатывающих растворов одинаков, а режимы несколько различны по времени черно-белого (первого) проявления и зависят от условий обработки: проявочного устройства (фотобачка или машины) и механики проявления. Интервалы температуры промывной воды могут быть приравнены для всех типов пленок.

Количество обрабатываемых пленок в 1 л растворов:

<i>Раствор</i>	<i>Катушечные пленки</i>		<i>Форматные пленки</i>
	35- и 60-мм, шт.		9×12, шт.
Черно-белый проявитель:			
без подкрепления	7—8		30
с подкреплением	8		30
Цветной проявитель:			
без подкрепления	7—8		30
с подкреплением	8		30
Стоп-раствор	12		45
Отбеливатель	12		45
Фиксаж	14		60

Обработку пленок проводят при температуре 25 °С, более высокие температуры не рекомендуются. При невозможности выполнить термостатирование при 25 °С можно применить другую температуру проявления с предварительной пробой в местных условиях.

Температура раствора, °C	Первое проявление, мин	Второе проявление, мин
25	10	10
24	10,9	10,6
23	11,9	11,3
22	12,9	12,0
21	14,1	12,7
20	15,3	13,5

Для подкрепления проявителей после проявления каждой 35- или 60-мм пленки вводят пополнитель (R): в черно-белый проявитель — 60—80 мл, в цветной — 40—40 мл на 1 л раствора. Для добавления пополнителя объемом проявителя оставляют: 920—940 мл черно-белого и 950—960 мл цветного. Для подкрепления других растворов применяют свежие растворы той же концентрации и добавляют по 40—50 мл на 1 л.

Режим обработки

Операция (обозначение раствора)	Время обработки, мин	Температура раствора, °C
Черно-белое проявление (Орвоколор-07)	11—13*	25±0,25
Ополаскивание	1	12 ... 15
Стоп-ванна (Орвоколор-37)	2	23 ... 25
Промывка	5	12 ... 15
Засветка	2—5	—
Цветное проявление (Орвоколор-17)	10—12	25±0,25
Промывка	20	12 ... 15
Отбеливание (Орвоколор-57)	5	23 ... 25
Промывка	5	12 ... 15
Фиксирование (Орвоколор-71)	15	23 ... 25
Промывка	15	12 ... 15
Общее время обработки	91—98	—

* Время обработки для пленок: UT-15 и UK-17—6—7 мин, UT-18 и UT-20—10—12 мин, UT-23—13 мин.

Зависит от степени перемешивания раствора (143).

Состав рабочих растворов

Черно-белый проявитель Орвоколор-07

	Рабочий раствор	Пополнитель 07R
Трилон-Б, г	2	2
Сульфит натрия, г	40	42
Бура, г	15	15
Метилфенидон, г	0,25	0,25
Гидрохинон, г	4,5	6,6
Поташ, г	30	30
Калий бромистый, г	2	—
Калий роданистый, г	2	2
Калий йодистый 0,1 %-ный ра- створ, мл	7	10
Вода, л, до	1	1
pH	10—10,2	—

Стоп-раствор Орвоколор-37

	Рабочий раствор	Пополнитель 37R
Натрий уксуснокислый, г	28	8
Уксусная кислота ледяная, мл	25	25
Вода, л, до	1	1
pH	3,9—4,3	3,5—3,9

Цветной проявитель Орвоколор-17

	Рабочий раствор	Пополнитель 17R
	Раствор А	Раствор А
Трилон-Б, г	1,5	1,5
Сульфит натрия, г	3	—
Гидроксиламин, г	—	2
ЦПВ-1, г	4	6,6
Вода, мл	400	400
	Раствор Б*	Раствор Б*
Гидроксиламин, г	2	—
Поташ, г	75	75
Калий бромистый, г	2	0,6
Вода, мл	400	400
pH**	10,8—11	10,8—11

* Раствор Б вливают в раствор А порциями медленно при помешивании и доливают водой до объема 1 л.

** pH общего раствора.

Отбеливатель Орвоколор-57

Калий железосинеродистый, г	100
Калий бромистый, г	15
Фосфорнокислый калий однозамещенный, г	5,8
Натрий фосфорнокислый двухзамещенный, г	4,3
Вода, л, до	1
pH	6—6,4

Фиксаж Орвоколор-71

Тиосульфат натрия, г	200
Вода, л, до	1

160. Проявление обращаемых фотопленок «Фомахром» (ЧССР) типов Д-18, Д-20 и Д-22. Механика проявления (143), рабочее место (33). По сравнению с обработкой пленок ЦО и УТ для первого проявления применяется метол-гидрохиноновый проявитель. Обработка различается в фотобачках и машинах, в которых применяется вторая стоп-ванна после цветного проявления. Процесс отличается короткой засветкой: по 1 мин с каждой стороны пленки, так как цветной проявитель дополнительно содержит этилендиамин (основание), значительно активизирующий раствор с эффективным обращением изображения. Обработывающие растворы требуют поддержания постоянства pH, величина которого корректируется: в черно-белом (первом) проявителе — едким натром, в цветном (втором) — едким натром или разбавленной 1 : 1 серной кислотой, в отбеливателе и стоп-растворе — едким натром и уксусной кислотой. Проявители рекомендуется составлять перед обработкой вследствие плохой сохраняемости.

В индивидуальных условиях при промывке пленок после цветного проявления первые три порции воды сливают из фотобачка для быстрого удаления с фотослоя раствора и предотвращения возможной розовой вуали, а дальнейшую промывку продолжают в проточной воде. При других промывках из фотобачка сливают одну воду.

Для обработки пленок Фомахром выпускают набор фотохимикатов Фомахром-сет. Допускается обработка в растворах для пленок ЦО и УТ, в которых время проявления снижается: в черно-белом проявителе до 14—16 мин, в цветном до 10 мин. Сенситометрические параметры при этом снижаются незначительно.

Режим обработки

Порядок операций	Обработка в фотобачке		Обработка в проявочной машине	
	$t_{\text{обр}}$, мин	T , °C	$t_{\text{обр}}$, мин	T , °C
Черно-белое проявление	19*	$20 \pm 0,25$	15	$22 \pm 0,25$
Стоп-ванна первая	4**	20	5	$20 \pm 0,5$
Промывка	10	14...20	15	16...19
Засветка	1***	—	2,5	—
Цветное проявление	14*4	$20 \pm 0,5$	15	$20 \pm 0,5$
Промывка	20	14...20	5	16...19
Стоп-ванна вторая	—	—	5	$20 \pm 0,5$
Промывка	—	—	10	16...19
Отбеливание	8	19...21	5	$20 \pm 0,5$
Промывка	5	14...20	5	16...19
Фиксирование	5	19...21	5	$20 \pm 0,5$
Промывка	5	14...20	10	16...19
Стабилизация	5	19...21	2,5	$20 \pm 0,5$
Общее время обработки	97	—	85	—

* Для первых двух пленок, для третьей и четвертой — 20 мин.

** Для первых двух пленок, для третьей и четвертой — 5 мин.

*** С каждой стороны.

*4 Для первых двух пленок, для третьей и четвертой — 15,5 мин.

Состав рабочих растворов

Черно-белый проявитель

	Рабочий раствор	Пополнитель R
Трилон-Б, г	2	2
Метол, г	3	3,5
Сульфит натрия, г	50	50
Гидрохинон, г	6	7
Сода, г	50	50
Калий роданистый, г	2,5	2,5
Калий бромистый, г	2	—
Калий йодистый, г	0,006	—
Вода, л, до	1	1
pH	10—10,2	—

Стоп-растворы

	Первая стоп-ванна	Пополнитель R	Вторая стоп-ванна	Пополнитель R
Уксуснокислый натрий, г	30	—	30	30
Уксусная кислота ледяная, мл	4	18	6	9
Вода, л, до	1	1	1	1
pH	5—5,2	—	4,8—5	—

Цветной проявитель, pH=11,4 11,6

	Рабочий раствор Раствор А*	Пополнитель R Раствор А*
Трилон-Б, г	1	1
Гидроксиламин, г	1,2	2
ЦПВ-1, г	5	7
Вода, мл	400	400
	Раствор Б	Раствор Б
Трилон-Б, г	1	1
Сульфит натрия, г	5	7
Поташ, г	75	85
Калий бромистый, г	2	1,5
Вода, мл	400	400
	Раствор В	Раствор В
Этилендиаминсульфат 50 %-ный раствор, мл	16	18

* По технологии Фомахром раствор А вливают в раствор Б порциями медленно при помешивании, затем вливают раствор В и доливают водой до объема 1 л.

Отбеливатель

	Рабочий раствор	Пополнитель R
Калий железосинеродистый, г	100	125
Калий бромистый, г	15	19
Натрий фосфорнокислый двух- замещенный, г	12	17
Уксусная кислота ледяная, мл	3	4,5
Вода, л, до	1	1
pH	5—5,4	—

Фиксаж

	Рабочий раствор	Пополнитель R
Трилон-Б, г	1	1
Бура, г	15	18,5
Сульфит натрия, г	10	—
Тиосульфат натрия, г	200	250
Вода, л, до	1	1
pH	8,5—9	—

Формалин 40 %-ный раствор, мл	4
Смачиватель (ПАВ), мл	1
Вода, л, до	1

ПРОЯВЛЕНИЕ ЦВЕТНЫХ ФОТОБУМАГ

161. Общие сведения. В зависимости от требований к проведению процесса различаются несколько способов, отличающихся порядком операций, температурой растворов и временем обработки. Наилучшие и стабильные результаты получают в процессе с двумя фиксированиями. Принципиально обработка фотобумаг не отличается от обработки негативных пленок, однако требования к процессам повышены, так как изображение предназначено для зрительного восприятия. Если вуаль на негативе можно скомпенсировать светофильтрами, то появление вуали на фотобумаге недопустимо.

Схема обработки фотобумаг состоит из трех основных операций: проявления, отбеливания и фиксирования. Между ними включены операции стоп-ванн и промывки, защищающие основные растворы от вредного влияния оставшихся веществ в фотослое. Основной процесс обработки — проявление, после которого фотослой должен быть хорошо промыт и освобожден от ЦПВ и его окисленной формы. При этом существенную роль играет способ прекращения проявления и промывки, при которых происходит допроявление, различное для частичных слоев. Большая поверхность фотобумаги создает опасность неравномерности химического процесса и промывки по всей площади, поэтому обязательным условием обработки в кювете является применение кисти (18). Допроявление приводит к увеличенной плотности нижнего слоя, т. е. к увеличению его светочувствительности S и вуали. Вначале промывки возрастает S без заметного роста вуали. При дальнейшей промывке увеличивается вуаль, а S падает. Неизбежный и неустраняемый процесс допроявления в значительной степени определяет условия промывки после проявления. Ее длительность в основном устанавливают эффективным разрушением пограничного слоя — интенсивностью и равномерностью промывки с применением различных средств. Вследствие трудности обеспечить равномерность промывки допроявление иногда исключается введением специальных стоп-растворов или относительно короткого (до 1 мин) ополаскивания.

Процессы обработки цветных фотобумаг

Первый	Второй	Третий
Проявление	Проявление	Проявление
Ополаскивание	Промывка	—
Стоп-ванна	Стоп-фиксирование	Стоп-ванна
Промывка	Промывка	Ополаскивание
Фиксирование	—	—
Промывка	—	—
Отбеливание	Фиксаж-отбеливание	Фиксаж-отбеливание
Промывка	Промывка	Промывка
Фиксирование	—	—
Промывка	—	—

Четвертый

Пятый

Проявление
Ополаскивание
Стоп-фиксирование
Промывка
Отбеливание
Промывка

Проявление
Ополаскивание
Стоп-фиксирование
—
Фиксаж-отбеливание
—

Из этих пяти процессов второй, третий и четвертый являются относительно нормальными, принятыми для современной обработки большинства типов цветных фотобумаг. Пятый способ — ускоренный для машинной обработки.

В первом процессе обработки ополаскивание проводят от 15 с до 1 мин. Время устанавливают в зависимости от температуры и типа фотослоя. Ополаскивание определяет некоторое равновесие между безбромидной вуалью и степенью допроявления нижних частичных слоев. *Стоп-ванна* обычно содержит уксусную кислоту в слабой концентрации при $\text{pH} \geq 4,5$. При обработке большого количества фотоматериала pH увеличивается и эффективность раствора падает, позволяя фотослою допроявляться дольше. Поэтому стоп-раствор должен обладать определенной буферностью, обеспечиваемой введением в раствор дополнительных веществ. Необходим контроль за величиной pH и желателна частая смена стоп-раствора. *Первая промывка* (после стоп-ванны) должна удалить из фотослоя ЦПВ и другие компоненты проявляющего раствора и исключить их попадание в отбеливатель. Время промывки устанавливают с учетом температуры воды, длительности ополаскивания и стоп-ванны.

Во втором, третьем и четвертом процессах применяют и кислую стоп-ванну и стоп-фиксаж, не обесцвечивающий красители. Относительно стоп-ванны стоп-фиксирование более длительно, дополнительно отмывает фотослой и дает возможность несколько сократить последующую промывку. В некоторых режимах *стоп-фиксирование* удлиняют до 10 мин. *Ополаскивание* после проявления и промывка после стоп-фиксирования удаляют из фотослоя все вредные для операции отбеливания вещества.

В пятом процессе (ускоренном) ополаскивание служит в основном для уменьшения заноса проявителя в фиксаж. *Стоп-фиксирование* предусматривает несколько функций: остановку проявления (для чего кислотность раствора $\text{pH} = 4...5$), растворение и удаление из фотослоя солей серебра и вымывание из фотослоя ЦПВ, основание которого в кислой среде раствора переходит в растворимую и удаляемую из фотослоя соль. Ускоренный способ требует строгого соблюдения постоянства состава растворов и воды, температуры, времени обработки и их контроля.

Последующие после проявления процессы обработки для всех способов примерно одинаковы. Кроме того, в современных процессах проявления цветных фотобумаг окончательной операцией перед сушкой является стабилизация, увеличивающая сохранность цветного изображения.

Приготовление и хранение растворов характерны следующим. Свежесоставленный проявитель рекомендуется использовать примерно через сутки, так как за это время происходят внутрирастворные завершающие реакции с уменьшением способности вызывать вуаль. Работа со свежесоставленным дает не-

сколько грязные тона и повышенную вуаль. Приготовленный на дистиллированной или хорошо прокипяченной воде, не бывший в работе проявитель, налитый в сосуд до пробки, может храниться в *темном месте* не более месяца. После такого хранения проявитель должен быть использован сразу и после работы вылит независимо от количества проявленного фотоматериала. Проявитель, составленный на обычной водопроводной воде, хранят не более двух недель. Один раз использованный проявитель, хотя бы для одного малого отпечатка, после недельного хранения следует выливать. Такой проявитель может дать нормальные результаты при работе в течение двух суток, а после этого времени нормальное цветовоспроизведение не обеспечивается. Остальные растворы, не бывшие в употреблении, рекомендуется хранить не более двух месяцев.

Цветовые искажения могут возникнуть по разным причинам. Слабая общая *сине-зеленая* вуаль есть признак устаревшей в связи с хранением фотобумаги, излишне длительной промывки для свежих бумаг, недостаточного количества гидроксид-амин и большого количества хлора в промывной воде.

Красно-коричневый, пурпурный или розовый оттенок изображения связан с наличием в воде хлора или железа с плохой промывкой после проявления.

Желтые или желто-оранжевые пятна в светах и синева в тенях изображения есть результат малой щелочности проявителя, короткого времени проявления или малой активности проявителя и частого вынимания отпечатка из проявителя для рассматривания.

Синие и сине-зеленые пятна возникают при плохой обработке в стоп-ванне вследствие ее истощения.

Блестящие пятна стального цвета в тенях изображения образуются от истощенного фиксаж-отбеливающего раствора или недостаточного времени отбеливания при его низкой температуре.

Покраснение отпечатка во время последней промывки или сушки — признак долгого отбеливания и фиксирования при повышенной концентрации фиксаж-отбеливателя от испарения воды в кювете.

Плотные тона изображения дает применение в проявителе вещества ЦПВ-1, при этом пурпурный тон приобретает красноватый оттенок.

При отбеливании все применяемые соли железа должны быть трехвалентными. В операции фиксаж-отбеливания комплексная соль трехвалентного железа переходит в соль двухвалентного железа. При большой площади соприкосновения раствора с воздухом (в кювете) происходит саморегенерация — восстановление двухвалентного иона меди в трехвалентный. При этом создаются условия образования голубой вуали, выявляемой при окончательной промывке и сушке. Иногда она появляется в фиксаж-отбеливателе, если он имеет значительно повышенное рН, что требует контроля его величины. Кроме того, в процессе работы снижается концентрация сульфата натрия, приводящая к разложению тиосульфата. В связи с этим после обработки примерно 0,5 м² фотобумаги в фиксаж-отбеливатель следует вводить по 3 г/л сульфата натрия.

Цветопередача изображения в значительной степени зависит от механики проявления (143) при соответствующем рабочем месте (35—38). Главное в процессе — ритмичное и равномер-

нов по площади фотобумаги разрушение пограничного слоя кистью для любого формата отпечатка.

При низкой температуре промывки возможна коррекция ее длительности:

Температура воды, °C	7—9	10—12	13—16	17—18
Время промывки, мин	6	5	4	3

Завуалированные фотобумаги и бумаги, хранящиеся в плохих условиях, рекомендуется обрабатывать в следующем нестандартном режиме:

Порядок операций	Время обработки, мин	Температура раствора, °C
Проявление	4	20±0,5
Промывка (ополаскивание)	0,4	9...18
Стоп-ванна	4	17...19
Промывка	4	9...18
Фиксаж-отбеливание	6	17...19
Промывка	20	9...18

В этом режиме в любой проявитель (обычно они все одинаковы по составу) последним добавляют 0,02 г/л бензотриазола, а остальные растворы имеют состав:

Стоп-раствор	Фиксаж-отбеливатель
Уксусная кислота ледяная, мл 10	Поташ, г 20
Уксуснокислый натрий, г 30	Трилон-Б, г 46
Вода, л, до 1	Железо сернокислое окисное, г 26
	Натрий уксуснокислый, г 20
	Сульфит натрия, г 2
	Тиосульфат натрия, г 170
	Вода, л, до 1

Для всех режимов и фотобумаг прибавление к проявителю бензотриазола снижает вуаль. При этом снижается в 2—3 раза чувствительность фотослоя, которую компенсируют увеличением экспозиции при фотопечати.

Подкрепление растворов. Зарубежные фирмы рекомендуют применять пополнители (регенераторы R). Для этого, исходя из расчета 1 л раствора, поступают следующим образом. Из сосуда с рабочим раствором в отдельную посуду выливают его примерно 150—200 мл. В оставшийся раствор основного объема вливают норму пополнителя и отлитым раствором дополняют объем до 1 л.

Наборы фотохимикатов для обработки цветных фотобумаг: Биколор, Триколор и Фортеколор — для бумаг ВНР, Фомаколор — ЧССР, Фогонколор — ПНР.

162. Проявление цветных отечественных фотобумаг Фотоцвет (сокращенно — Ф). Различается по режиму и составу растворов. Бумага должна соответствовать маскированному или немаскированному негативу. Для обработки это соответствие не имеет значения. Для маскированных и немаскированных негативов выпускаются бумаги Фотоцвет-2 и Фотоцвет-4. Остальные отечественные фотобумаги — для маскированных негативов.

Процессы обработки, опубликованные в различной фототехнической литературе, приводятся для нескольких температур проявления, однако рекомендуется обрабатывать по стандартному способу, дающему наилучшие и стабильные результаты с хорошей повторяемостью.

Проявление фотобумаг Ф-2. Механика обработки (143), рабочее место (35).

Режим обработки

Порядок операций	Стандартный		Ускоренный	
	$t_{\text{обр}}$, мин	T , °C	$t_{\text{обр}}$, мин	T , °C
Проявление	3	$18 \pm 0,5$	4—5	$20 \pm 0,5$
Промывка	3—6	7...18	0,5	10...20
Стоп-фиксирование	5	17...19	—	—
Стоп-ванна	—	—	3	18...20
Промывка	7	7...18	0,5	10...20
Отбеливание	3	17...18	—	—
Фиксаж-отбеливание	—	—	7	18...20
Промывка	3	7...18	7	10...20
Фиксирование	3	17...19	—	—
Промывка	15	7...18	—	—
Стабилизация	5	17...19	3	18...20

Состав рабочих растворов

Проявитель, рН=10,8...11

Для стандартного процесса Для ускоренного процесса

Раствор А

Трилон-Б, г	1	1
Гидроксиламин, г	2	2
ЦПВ-2, г	4,5	4,5
Вода, мл	400	400

Раствор Б*

Трилон-Б, г	1	1
Сульфит натрия, г	1	0,5
Поташ, г	90	80
Калий бромистый, г	0,5	0,5
Вода, мл	400	400

* Раствор Б вливают в раствор А порциями медленно при помешивании и доливают водой до объема 1 л.

	Стоп-фиксаж	Стоп-раствор
Тиосульфат натрия, г	200	—
Сульфит натрия, г	5	20
Натрий метабисульфит, г	10	20
(или калий метабисульфит), г	—	(24)
Вода, л, до	1	1
рН	—	5,7—6,3

Отбеливатель *Стоп-отбеливатель*

Калий железосинеродистый, г	20	—
Трилон-Б, г	—	25
Бура, г	—	30
Калий фосфорнокислый однозамещенный, г*	12	15
Натрий фосфорнокислый двухзамещенный, г	8	—
Железная соль трилона-Б**, г	—	60
Сульфит натрия, г	—	2
Тиомочевина, г	—	3
Тиосульфат натрия, г	—	280
Вода, л, до	1	1
pH	—	5,7—6,3

* Вводят для большей сохранности изображения.

** Железную соль трилона-Б получают растворением того же количества трилона-Б и 45% от его величины хлорного железа.

Фиксаж

Тиосульфат натрия, г	100	Борная кислота, г	10
Натрий бензолсульфиново-кислый, г	2	Вода, л, до	1

Стабилизатор для стандартного процесса

Стабилизатор для ускоренного процесса

Отбеливатель оптический, г	1	Калий фосфорнокислый однозамещенный, г	4
(Релукс или другой)		Натрий фосфорнокислый двухзамещенный, г	1,5
Формалин марки ФБМ, мл	10	Оптический отбеливатель ООВ-2132, г	1
Глицерин, мл	1	Вода, л, до	1
Вода, л, до	1		

Проявление цветных фотобумаг Ф-4 и Ф-5. Механика обработки (143), рабочее место (36).

Режим обработки

Порядок операций	Время обработки, мин	Температура раствора, °C
Проявление	4—5	18±0,5
Ополаскивание	— 1	7...18
Стоп-фиксирование	4	17...19
Промывка	4—5	10...22
Фиксаж-отбеливание	7—10	16...20
Промывка	15	10...22
Стабилизация	5	17...19
Общее время обработки	53	—

Состав рабочих растворов

Проявитель

Раствор А		Раствор Б*	
Трилон-Б, г	1	Трилон-Б, г	1
Гидроксиламин, г	2,4	Сульфит натрия, г	2
ЦПВ-2, г	4,5	Поташ, г	85
Вода, мл	450	Калий бромистый, г	0,5
		Вода, мл	400

* Раствор Б вливают в раствор А порциями медленно при помешивании и доливают водой до объема 1 л.

Стоп-фиксаж

Тиосульфат натрия, г	200
Натрий метабисульфит, г	10
Бензолсульфиновокислый натрий, г	2
Вода, л, до	1

Фиксаж-отбеливатель

Железная соль трилона-Б, г	30
Тиосульфат натрия, г	170
Тиомочевина, г	5
Вода, л, до	1

Стабилизатор

Отбеливатель оптический, г	2	Глицерин, мл	1
(Релукс или другой)		Вода, л, до	1
Формалин марки ФБМ, мл	20		

Проявление цветной фотобумаги Ф-6 Радуга. Механика обработки (143), рабочее место (37).

Режим обработки

Порядок операций	Стандартный		Ускоренный	
	$t_{обр}$, мин	T , °C	$t_{обр}$, мин	T , °C
Проявление	8	$20 \pm 0,5$	6	$25 \pm 0,3$
Стоп-ванна	2	18...22	1	23...27
Фиксирование	4	18...22	2	23...27
Промывка	5	15...25	2	18...28
Фиксаж-отбеливание	6	18...22	4	23...27
Промывка	5	15...25	2	18...28
Дубление	5	18...22	2	23...27
Промывка	10	15...25	5	18...28
Стабилизация	2	18...22	1	18...27
Общее время обработки	42	—	26	—

Состав рабочих растворов

Проявитель, pH=10,5...10,9

Раствор А		Раствор Б		Стоп-раствор	
Трилон-Б, г	1	Трилон-Б, г	1	Уксуснокислый	
Гидроксиламин, г	2,4	Сульфит, г	4	натрий, г	7,7
ЦПВ-2, г	2,5	Сода, г	51	Уксусная	
Вода, мл	400	Калий бромистый, г	1	кислота, мл	3,4
		Вода, мл	400	Квасцы, г	7
				Вода, л, до	1

Фиксаж, рН = 4,2...4,4

Тиосульфат натрия, г	175
Калий метабисульфит, г	8,4
Натрий уксуснокислый, г	21
Борная кислота, г	2,8
Алюмокалиевые квасцы, г	21
Вода, л, до	1

**Дубящий раствор,
рН = 4...4,4**

Квасцы алюмокалиевые, г	28
Борная кислота, г	14
Натрий уксуснокислый, г	18,2
Вода, л, до	1

**Фиксаж-отбеливатель,
рН = 6,6...7**

Трилон-Б, г	25
Бура, г	12,7
Железная соль трилона-Б, г	30
Сульфит натрия, г	5,2
Борная кислота, г	9,7
Тиосульфат натрия, г	142
Вода, л, до	1

**Стабилизатор,
рН = 6,5...7,5**

Формалин 40 %-ный, мл	10,5
Оптический отбеливатель, г (любого типа)	2,1
Вода, л, до	1

Проявление цветной фотобумаги Ф-9. Механика проявления (143), рабочее место (36). Время обработки в каждом растворе включает 15 с для его стекания перед переносом на следующую операцию. Это предохраняет растворы от загрязнения.

Режим обработки

Порядок операций	Стандартный		Ускоренный	
	$t_{обр}$, мин	T , °C	$t_{обр}$, мин	T , °C
Проявление	5	$20 \pm 0,3$	3	$25 \pm 0,3$
Стоп-ванна	1	18...22	1	23...27
Ополаскивание	0,5	18...22	0,5	23...27
Фиксаж-отбеливание*	5	18...22	3	23...27
Промывка	5	18...22	3	23...27
Стабилизация	2	18...22	1	23...27
Общее время обработки	18,5	—	11,5	—

* Первые одну-две минуты операцию проводят в темноте, дальнейшее время и последующие операции — на свету.

Состав рабочих растворов

Проявитель, рН = 10,4...10,6

Стоп-раствор

Раствор А

Раствор Б

Трилон-Б, г	2	Сульфит натрия, г	2	Уксусная	
Гидроксил-амин, г	2,5	Поташ, г	80	кислота, мл	10
ЦПВ-2, г	4,5	Калий бромистый, г	0,5	Сульфит натрия, г	25
Вода, мл	400	Вода, мл	400	Вода, л, до	1
				рН	5,7—6,3

Фиксаж-отбеливатель

Стабилизатор

Тиосульфат натрия, г	170	Оптический отбеливатель, г	4
Сульфит натрия, г	10	(ООВ-2132 или другой)	
Железная соль трилона-Б, г	40	Вода, л, до	1
Трилон-Б, г	15	рН	6—7
Бура, г	15		
Вода, л, до	1		
рН	6,5—6,9		

163. Проявление цветных фотобумаг Форте (ВНР). Производство Форте делит выпуск цветных фотобумаг на старые (Фортеколор тип 2 и тип 3) и новые с другими процессами обработки. К новым фотобумагам относятся:

Фортеколор MCN4 тип 4 — цветная фотобумага типа Агфа на баритованной подложке с повышенной светочувствительностью;

Фортеколор MCN4 тип 5 — цветная фотобумага типа Агфа на баритованной подложке с относительно большой светочувствительностью для скоростной обработки в принтерах;

Фортеколор MCN4 тип 6 — цветная фотобумага типа Кодак на баритованной подложке для скоростной обработки в принтерах;

Фортеколор P-IIRC — цветная фотобумага типа Кодак на подложке с полиэтиленированным покрытием (RC — Resin Coated) для скоростной обработки в принтерах.

Хорошая задубленность фотослоев позволяет проводить скоростную обработку при температурах до 35 °С. Особенно это относится к RC бумаге, пластмассовое покрытие основы которой не допускает пропитывания подложки раствором, чем значительно сокращается время промывки. При скоростной обработке температура всех растворов и воды одинакова.

В проявителях новых бумаг Форте содержатся проявляющие вещества Ас-60 (Агфа) или СД-3 (Кодак). Все перечисленные выше фотобумаги в старых наборах фотохимикатов Биколор и Триколор обрабатывать нельзя.

Проявление цветных фотобумаг Фортеколор тип 2 и Фортеколор тип 3 (старого типа).

Режим обработки

Порядок операций	Время обработки, мин	Температура обработки, °С
Проявление	4—8	20±0,3
Ополаскивание	0,2—0,5	10...25
Стоп-фиксирование	5	18...22
Промывка	10	10...25
Фиксаж-отбеливание	7—10	18...22
Промывка	15	10...25
Стабилизация	5—8	18...22

Состав рабочих растворов

Проявитель

Раствор А*

Раствор Б

Гексаметафосфат натрия, г	2	Гексаметафосфат натрия, г	2
Гидроксиламин, г	1,2	Сульфит натрия, г	4
ЦПВ-1**, г	3	Сода, г	50
Вода, мл	400	Калий бромистый, г	0,5
		Вода, мл	400

* Раствор А вливает в раствор Б порциями медленно при помешивании и доливают водой до объема 1 л.

** Обрабатывать фотобумаги Форте в проявителях с ЦПВ-2 не рекомендуется.

Стоп-фиксаж**Фиксаж-отбеливатель****Стабилизатор***

Тиосульфат натрия, г	200	Трилон-Б, г	10	Формалин марки ФБМ, мл	80
Сульфит натрия, г	10	Железная соль трилона-Б, г	60	Отбеливатель Тинонал 4ВМ, г	20
Метабисульфит натрия, г	15	Тиосульфат натрия, г	170	Вода, л, до	1
Вода, л, до	1	Сульфит натрия, г	10		
		Бура, г	10		
		Вода, л, до	1		

* С прибавлением оптического отбеливателя раствор приобретает дубящие свойства.

Проявление цветных фотобумаг Фортеколор тип 4, тип 5, тип 6 и P-IIRC (нового типа).

Режим обработки

Порядок операций	Время обработки бумаги, мин		
	тип 4 и тип 5 при $T = 25^{\circ}\text{C}$	тип 6 и тип P-IIRC при $T = 33^{\circ}\text{C}$	
Проявление	4	3,5	
Ополаскивание	2с	2с	
Стоп-фиксирование	3	1*	
Промывка	3	—	
Отбеливание	5	4	
Промывка	15	5**	
Стабилизация	3	—	
Общее время обработки	33	13,5	

* Стоп-фиксирование может быть исключено.

** Для фотобумаг Фортеколор тип 6 окончательная промывка не менее 15 мин.

Состав рабочих растворов

Проявитель для бумаг
тип 5 и 6, $\text{pH} = 10,9$

Проявитель для бумаг
тип 6 и P-IIRC, $\text{pH} = 10,2$

Раствор А*

Гексаметафосфат натрия, г	1
Гидроксиламин, г	4
Ас-60**, г	6
Вода, мл	450

Раствор Б

Гексаметафосфат натрия, г	1
Поташ, г	100
Сульфит натрия, г	4
Бромистый калий, г	1
Вода, мл	400

Вода ($35-40^{\circ}\text{C}$), мл	800
Спирт бензиловый, мл	16
Триэтанолламин, мл	13
Гидроксиламин, г	4
СД-3, г	5,6
Гексаметафосфат натрия, г	1,6
Сульфит натрия, г	1,6
Поташ, г	24
Кали едкое, г	1,2
Калий бромистый, г	0,6
Вода, л, до	1

* Раствор А вливают в раствор Б порциями медленно при помешивании и доливают водой до объема 1 л.

** Замена Ас-60 на отечественное вещество ЦПВ-1 не полноценна вследствие некоторого изменения выхода красителей. С применением ЦПВ-1 пурпурные цвета изображения характерны синим оттенком.

Стоп-раствор Фиксаж-отбеливатель Стабилизатор

Гексаметафосфат натрия, г	2	Гексаметафосфат натрия, г	12	Формалин 30 %-ный, мл	30
Тиосульфат натрия, г	170	Бура, г	30	Вода, л, до	1
Сульфит натрия, г	10	Трилон-Б, г	15		
Метабисульфит калия, г	20	Железная соль трилона-Б, г	40		
Вода, л, до	1	Тиосульфат аммония, г	130		
pH	6—6,5	Сульфит натрия, г	10		
		Вода, л, до	1		
		pH	7,5		

164. Проявление цветных фотобумаг Фома (ЧССР). Производство Фома выпускает бумагу двух типов нормальной контрастности для печати с немаскированных — Фомаколер ПН (PN) и с маскированных — Фомаколер ПМ-20 (PM) негативов. Для обработки выпускаются наборы фотохимикатов: Фомаколер тип СП (SP) — для бумаг ПН и Фомаколер тип СМ(SM) — для бумаг ПМ.

Норма обработанного материала на 1 л раствора: для проявителя — 0,5—0,8 м², стоп-ванны и фиксаж-отбеливателя — 1—1,5 м², стабилизатора — 1—2 м². Для обработки с наполнителем на 1 л рабочего раствора его добавляют: в проявитель — 70 мл, стоп-фиксаж — 80 мл, фиксаж-отбеливатель — 40 мл, стабилизатор — 200 мл. После обработки в 1 л раствора с наполнителем 60—70 отпечатков размером 13 × 18 см все растворы заменяют свежими.

**Проявление цветных фотобумаг Фомаколер ПН (PN)
Режим обработки**

Порядок операций	Обозначение раствора	Время обработки, мин	Температура раствора, °C
Проявление	ФЛ-101	5	20±0,5
Ополаскивание	—	0,5	20
Стоп-фиксирование	ФЛ-130	4	19...22
	ФЛ-131		
Промывка	—	5	20
Фиксаж-отбеливание	ФЛ-150	5	19...22
Промывка	—	15	20
Стабилизация	ФЛ-181	5	19...22
Общее время обработки	—	40	—

Состав обрабатывающих растворов

*Проявитель ФЛ-101, pH = 10,7**

Раствор А		Раствор Б**	
Трилон-Б, г	1	Трилон-Б, г	2
Гидроксиламин, г	2	Сульфит натрия, г	0,5
ЦПВ-2, г	4,5	Поташ, г	75
Вода, мл	450	Калий бромистый, г	0,4
		Вода, мл	400

* pH доводят растворами едкого натра и уксусной кислоты.

** Раствор Б вливают в раствор А порциями медленно при помешивании и дополняют водой до объема 1 л.

Тиосульфат натрия, г	200	200
Сульфит натрия, г	—	10
Натрий бисульфит, г	10	—
Уксусная кислота ледяная, мл	—	9
Бура, г	—	20
Квасцы алюмокалиевые, г	—	15
Калий фосфорнокислый однозамещенный, г	10	—
Натрий фосфорнокислый двухзамещенный, г	10	—
Вода, л, до	1	1
pH*	5,8	4,6

* pH доводят раствором едкого натра и уксусной кислоты.

Фиксаж-отбеливатель ФЛ-150, pH = 6,8*

Хелатон-2, г	35	Тиосульфат натрия, г	150
Нашатырный спирт**, мл	—	Тиомочевина, г	2,5
Хлорное железо, г	23	Вода, л, до	1
Нашатырный спирт***, мл	—		

* pH доводят раствором уксусной кислоты или нашатырным спиртом.

** Вводят до слабощелочной реакции pH = 7,2...7,3.

*** После растворения хлорного железа добавляют до pH=7.

Стабилизатор Ф-181, pH = 7,4

Отбеливатель ООВ-2132 или	Формалин
Тинопал-2Б или ОРВО С-203, г . . . 3	40 %-ный, мл 30
Натрий уксуснокислый, г 15	Вода, л, до 1

Обработка цветной фотобумаги Фомахром ПМ-20 (РМ). Может быть выполнена по трем режимам: фирменному нормальному, режиму Агфа-Геверт и режиму индивидуальной обработки. Для режима Агфа-Геверт выпускается набор фотохимикатов SM-20, содержащий проявляющее вещество фирмы Ас-60 (LA-196), обеспечивающее более насыщенные цвета. Фотобумага ПМ-20 чувствительна к изменению щелочности растворов, поэтому необходимо корректировать и контролировать pH.

Норма обрабатываемого материала на 1 л раствора: для проявителя — 20 листов, остальных растворов — 40 листов размером 13 × 18 см. После обработки каждых 7—8 отпечатков вводят пополнитель: в проявитель — 70 мл, стоп-ванну и фиксаж-отбеливатель — 80 мл, стабилизатор — 40 мл.

Режимы обработки бумаги Фомахром РМ-20 по нормальному режиму

Порядок операций	Время обработки, мин	Температура раствора, °С	Время обработки, мин	Температура раствора, °С
Проявление (ФЛ-107, ФЛ-108)*	5	20±0,25	3,5	25±0,25

* В зависимости от типа применяемого вещества: ЦПВ-1 или ЦПВ-2.

Ополаскивание	0,5	14...20	0,5	14...20
Стоп-ванна (ФЛ-133)	5	18...20	3,5	20...25
Промывка	5	14...20	3,5	18...20
Фиксаж-отбели- вание (ФЛ-153)	5	18...20	3,5	20...25
Промывка	10	14...20	7	18...20
Стабилизация (ФЛ-185)	5	18...20	3,5	20...25
Общее время обработки	36	—	25	—

Состав рабочих растворов для нормального режима

	<i>Проявитель ФЛ-107, pH = 10,3...10,5 Раствор А</i>	<i>Пополнитель ФЛ-107R; pH = 11...11,5 Раствор А</i>
Гидроксиламин, г	1,2	2,5
ЦПВ-1, г	3	4
Вода, мл	450	450
	Раствор Б*	Раствор Б*
Гексаметафосфат натрия, г	2	2
Сода, г	50	55
Сульфит натрия, г	4	6
Калий бромистый, г	1	0,5
Вода, мл	400	400

	<i>Проявитель ФЛ-108 Раствор А</i>	<i>Пополнитель ФЛ-108P Раствор А</i>
Гидроксиламин, г	4	7
ЦПВ-2, г	7,5	9
Вода, мл	450	450
	Раствор Б*	Раствор Б*
Гексаметафосфат натрия, г	2	2
Поташ, г	100	100
Сульфит натрия, г	4	6
Калий бромистый, г	1	0,5
Вода, мл	400	400

* Раствор Б вливают в раствор А порциями медленно при помешивании и дополняют водой до объема 1 л. pH корректируют растворами едкого натра и уксусной кислоты.

	<i>Стоп-раствор ФЛ-133</i>	<i>Пополнитель ФЛ-133R</i>
Тиосульфат натрия, г	200	250
Сульфит натрия, г	10	25
Калий метабисульфит, г	25	—
Уксусная кислота ледяная, мл	—	10
Вода, л, до	1	1

Фиксаж-отбеливатель ФЛ-153*

Железная соль трилона-Б, г	50	Тиосульфат натрия, г	150
Трилон-Б (хелатон-3), г	5	Тиомочевина, г	2,5
Сода, г	2	Вода, л, до	1
Сульфит натрия, г	15	pH	6,7—6,9

* Пополнителем является рабочий раствор. pH корректируют нашатырным спиртом и раствором уксусной кислоты.

	<i>Стабилизатор ФЛ-185*</i>	<i>Пополнитель ФЛ-185Р</i>
Трилон-Б (хелатон-3), г	0,25	0,5
Оптический отбеливатель тино- пал-2Б, г	1	2
Натрий уксуснокислый, г	5	5
Бура, г	—	5
Формалин 40 %-ный, мл	60	80
Вода, л, до	1	1
pH	6,5—6,7	8,5—8,7

* Можно применять стабилизатор ФЛ-181, предназначенный для фотобумаги Фомакolor ПН (PN).

** pH корректируют растворами соды и уксусной кислоты.

**Режим обработки бумаги Фомахром ПМ-20 по режиму
Агфа-Геверт**

<i>Порядок операций</i>	<i>Время обработки, мин</i>	<i>Температура раствора, °C</i>	<i>Время обработки, мин</i>	<i>Температура раствора, °C</i>
Проявление (ФЛ-106)	5	20±0,25	3	25±0,25
Промывка	2,5	14...20	1,75	20
Стоп-ванна (ФЛ-134)	5	18...20	1,75	20...25
Фиксаж- отбеливание (ФЛ-155)	5	18...20	3,5	23...25
Промывка	10	14...20	5,25	18...20
Стабилизация (ФЛ-185)	2,5	18...20	1,75	20...25
Общее время обработки	30	—	17	—

Состав рабочих растворов для режима Агфа-Геверт

	<i>Проявитель ФЛ-106, pH = 10,8...11</i>	<i>Пополнитель ФЛ-106R, pH = 11,4...11,6</i>
	Раствор А	Раствор А
Гидроксиламин, г	4	7
Ас-60 (LA-196), г	6,5	9,75
Вода, мл	450	450

Раствор Б*

Раствор Б*

Гексаметафосфат натрия, г	2	2
Сульфит натрия, г	4	6
Поташ, г	100	100
Натр едкий, г	—	4,5
Калий бромистый, г	1	0,75
Вода, мл	400	400

* Раствор Б вливают в раствор А порциями медленно при помешивании и доливают водой до объема 1 л.

**Стоп-фиксаж
ФЛ-134**

**Пополнитель
ФЛ-134R**

Трилон-Б, г	2	2
Бура, г	28	20
Калий фосфорнокислый однозамещенный, г	25	25
Сульфит натрия, г	1	4
Ас-452 (LA-279)*, г	0,5	0,7
Тиосульфат натрия, г	110	160
Вода, л, до	1	1

* Вещество запатентовано фирмой.

Фиксаж-отбеливатель ФЛ-155*

Трилон-Б, г 10	Калний йодистый, г 1
Сода, г 10	Ас-452 (LA-279), г 1,5
Хелатонат**, г 40	Тиосульфат натрия, г 160
Сульфит натрия, г 2	Вода, л, до 1
Калий роданистый, г 10	pH 7,4—7,6

* Пополнитель не рекомендуется.

** Комплексная соль III-валентного железа и натрия этилендиамин-тетрауксусной кислоты двухводного.

**Стабилизатор
ФЛ-185**

**Пополнитель
ФЛ-185R**

Трилон-Б, г	0,25	0,5
Оптический отбеливатель		
Релукс-БА, Релукс-БСУ, г	1	2
Натрий уксуснокислый, г	5	5
Бура, г	—	5
Формалин 40 %-ный, мл	60	80
Вода, л, до	1	1
pH	6,5—7,5	8,5—8,7

**Режим индивидуальной обработки бумаги Фомакром
ПМ-20**

Порядок операций

**Время
обработки, мин**

**Температура
раствора, °C**

Проявление	6	20±0,5
Ополаскивание	0,3	15...22
Стоп-ванна	5	18...22
Промывка	5	15...22
Фиксаж-отбеливание	6	18...22
Промывка	10	15...22
Стабилизация	1	18...22
Общее время обработки	34	—

Состав рабочих растворов для индивидуальной обработки

Проявитель ФЛ-108 (измененный)*

Раствор А

Раствор Б**

Гексаметафосфат натрия, г	1	Гексаметафосфат натрия, г	1
Гидроксиламин, г	4	Поташ, г	100
ЦПВ-1, г	3	Сульфит натрия, г	4
Вода, мл	450	Калий бромистый, г	1
		Вода, мл	400

* Отличается применением 3 г/л ЦПВ-1 вместо 7,5 г/л ЦПВ-2.

** Раствор Б вливают в раствор А порциями медленно при помешивании и дополняют водой до объема 1 л.

Стоп-раствор

Фиксаж-отбеливатель

Стабилизатор

Бура, г	30	Трилон-Б, г	25	Трилон-Б, г	0,2
Фосфорнокислый калий однозамещенный, г	25	Бура, г	30	Формалин	
Сульфит натрия, г	8	Железная соль трилона-Б, г	30	40 %-ный, мл	80
Тиомочевина, г	2	Фосфорнокислый калий однозамещенный, г	15	Уксуснокислый натрий, г	2
Бензолсульфиновокислый натрий, г	0,5	Сульфит натрия, г	2	Оптический отбеливатель, г	1
Тиосульфат натрия, г	200	Тиомочевина, г	3	Вода, л, до	1
Вода, л, до	1	Тиосульфат натрия, г	200		
		Вода, л, до	1		

165. Проявление цветных фотобумаг Орвокэлор СР-3 и СР-6 (ГДР).

Режим обработки

Порядок операций	Время обработки, мин	Температура раствора, °С
Проявление	5	20±0,25
Ополаскивание	0,5—1	12...15
Стоп-фиксирование	5	19...21
Фиксаж-отбеливание	5—10	19...21
Промывка	10	12...15
Стабилизация	5	19...21
Общее время обработки	36	—

Состав рабочих растворов

Проявитель

Раствор А*

Раствор Б

Гексаметафосфат натрия, г	1,5	Гексаметафосфат натрия, г	1,5
Гидроксиламин, г	2	Сульфит натрия, г	0,5
ЦПВ-2, г	4,5	Поташ, г	75
Вода, мл	450	Калий бромистый, г	0,5
		Вода, мл	400

* Раствор А вливают в раствор Б порциями медленно при помешивании и дополняют водой до объема 1 л.

*Стоп- Фиксаж- Стабилизатор
фиксаж отбеливатель*

Синтрон-Б, мл	—	200	—
Тиосульфат натрия, г	128	128	—
Сульфит натрия, г	7,5	10	—
Калий бромистый, г	—	20	—
Уксусная кислота ледяная, мл	25	8—10	—
Натрий уксуснокислый, г . . .	15	—	—
Квасцы алюмокалиевые, г . . .	25	—	—
Железо треххлорное, г	—	25	—
Формалин марки ФБМ мл	—	—	30
Вода, л, до	1	1	1

166. Проявление цветных фотобумаг Фотониколор тип 6 (ПНР).

Режим обработки

<i>Порядок операций</i>	<i>Время обработки, мин</i>	<i>Температура раствора, °С</i>
Проявление	5	20±0,5
Ополаскивание	0,1—1	14...20
Стоп-фиксирование	5	19...21
Промывка	10	14...20
Фиксаж-отбеливание	5	19...21
Промывка	10	14...20
Стабилизация	5	19...21
Общее время обработки	41	—

Состав рабочих растворов

*Проявитель F-11**

<i>Раствор А</i>	<i>Раствор Б**</i>
Гидроксиламин, г 1,2	Сода, г 50
Сульфит натрия, г 0,5	Сульфит натрия, г 4
ЦПВ-1, г 3	Калий бромистый, г 1
ЦПВ-2, г 0,5	Вода, мл 450
Вода, мл 450	

* Фирменный рецепт не содержит водоумягчающего средства. Рекомендуется в каждый раствор вначале вводить по 1 г трилона-Б.

** Раствор Б вливают в раствор А порциями медленно при помешивании и доливают водой до объема 1 л.

	<i>Стоп- фиксаж F-23</i>	<i>Фиксаж- отбеливатель F-52</i>	<i>Стабилиза- тор F-61</i>
Железная соль трилона-Б, г	—	45	—
Тиосульфат натрия, г	200	200	—
Уксусная кислота ледяная, мл	10	—	—
Калий метабисульфит, г	12	—	—
Сульфит натрия, г	—	10	—
Тиомочевина, г	—	5	—

Бура, г	20	15	—
Квасцы алюмокалиевые, г	15	—	—
Формалин 40 %-ный, мл	—	—	100
Глицерин, мл	—	—	20
Сода, г	—	—	5
Вода, л, до	1	1	1
pH	4,5—5	7—7,2	—

167. Проявление цветной аэрофотобумаги ЦБ-3.

Режим обработки

Порядок операций	Время обработки, мин	Температура раствора, °C
Проявление	4—5	20±0,5
Ополаскивание	0,5	10...20
Стоп-ванна	3	18...22
Ополаскивание	0,5	10...20
Фиксаж-отбеливание	7	18...22
Промывка	7	10...20
Стабилизация	3	18...22
Общее время обработки	26	—

Состав рабочих растворов

Проявитель, pH = 10,8...11

Раствор А	Раствор Б
Трилон-Б, г 1	Трилон-Б, г 1
Гидроксиламин, г 2	Сульфит натрия, г 0,5
ЦПВ-2, г 4,5	Поташ, г 80
Вода, мл 450	Калий бромистый, г 0,5
	Вода, мл 400

	Стоп- раствор	Фиксаж- отбеливатель	Стабили- затор
Трилон-Б, г	—	25	2
Железная соль трилона-Б, г	—	60	—
Сульфит натрия, г	20	2	—
Тиосульфат натрия, г	—	250	—
Натрий фосфорнокислый двух- замещенный, г	—	—	1,8
Калий фосфорнокислый одно- замещенный, г	—	15	4
Бура, г	—	30	—
Тиомочевина, г	—	3	—
Калий метабисульфит, г	24	—	—
Оптический отбеливатель			
ООВ-2132, г	—	—	2
Вода, л, до	1	1	1
pH	6,3—6,9	—	—

168. Проявление цветной обрабатываемой фотобумаги нормальной контрастности для печати с цветных слайдов.

Режим обработки

Порядок операций	Время обработки, мин	Температура раствора, °С
Проявление черно-белое (первое)	9	20±0,3
Ополаскивание	0,5	14...18
Сульфитная ванна	5	20±0,3
Промывка	3	14...18
Засветка	2	14...18
Проявление цветное (второе)	10—12	20±0,3
Ополаскивание	1	14...18
Стоп-ванна	4	17...19
Промывка	2	14...18
Отбеливание	6—10	17...19
Промывка	4	14...18
Фиксирование	4	17...19
Промывка	15	14...18
Общее время обработки	72	—

Состав рабочих растворов

Проявитель черно-белый

Трилон-Б, г	2	Сода, г	40
Бура, г	15	Калий бромистый, г . . .	2
Сульфит натрия, г	50	Калий роданистый, г . . .	2
Гидрохинон, г	4	Калий йодистый, г	0,006
Метилфенидон, г	0,4	Вода, л, до	1

Сульфитная ванна

Трилон-Б — 2 г, сульфит натрия — 15 г, вода — до 1 л.

Проявитель цветной

Раствор А		Раствор Б*	
Трилон-Б, г	1	Трилон-Б, г	1
Гидрохинон, г	2,4	Сульфит натрия, г	2
ЦПВ-2, г	4,5	Поташ, г	85
Вода, мл	450	Калий бромистый, г	0,5
		Вода, мл	400

* Раствор Б вливают в раствор А порциями медленно при помешивании и доливают водой до объема 1 л.

Стоп-раствор простой

Натрий уксуснокислый, г	15
Уксусная кислота ледяная, мл	25
Вода, л, до	1

Стоп-раствор дубящий

Квасцы алюмокалиевые, г	250
Вода, л, до	1

Отбеливатель

Калий железосинеродистый, г	50
Калий бромистый, г	20
Калий фосфорнокислый однозамещенный, г	12
Натрий фосфорнокислый двухзамещенный, г	8
Вода, л, до	1

Фиксаж

Тиосульфат натрия, г	250
Вода, л, до	1

169. Общие сведения. Цветные позитивные пленки делятся на плоские форматные фотопленки и узкие 16- и 35-мм кинопленки. Технология обработки этих пленок аналогична обработке негативных цветных пленок и цветных фотобумаг с теми же приборами и механикой проявления. По количеству химических веществ рецептура близка к рецептуре проявителей цветных обрабатываемых пленок. Обработка позитивных пленок характерна необходимостью получения максимальной оптической плотности $D_{\text{макс}} \cong 3$ при коэффициенте контрастности $\gamma = 2,4 \dots 3,3$. Особенность операции проявления — ее длительность: 8—14 мин в зависимости от типа пленки и требований к γ и $D_{\text{макс}}$.

170. Проявление цветных позитивных пленок ЦП-8Р и ЦП-11.

Режим обработки

Порядок операций

Для пленки:

	ЦП-8Р		ЦП-11	
	$t_{\text{обр}}, \text{мин}$	$T, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{обр}}, \text{мин}$	$T, ^\circ\text{C}$
Проявление	8—10	$20 \pm 0,3$	10—12	$20 \pm 0,3$
Ополаскивание	0,5—1	8...14	0,5	12...18
Стоп-фиксирование	6—8	16...22	5—7	16...22
Промывка	10—12	8...14	10—12	12...18
Отбеливание	4	16...22	5	16...22
Промывка	3	8...14	3	12...18
Фиксирование	4	16...22	5	16...22
Промывка	10—15	8...14	10—15	12...18
Общее время обработки	57	—	59,5	—

Состав рабочих растворов

Проявитель

Раствор А		Раствор Б*	
Трилон-Б, г	1	Трилон-Б, г	1
Гидроксиламин, г	1,2	Сульфит натрия, г	2
ЦПВ-1, г	2,3	Поташ, г	60
Вода, мл	450	Калий бромистый, г	2
		Вода, мл	400

* Раствор Б вливают в раствор А порциями медленно при помешивании и доливают водой до объема 1 л.

Стоп-фиксаж Фиксаж

Тиосульфат натрия, г	200	200
Сульфит натрия, г	5	5
Калий метабисульфит, г	2	2
Уксусная кислота ледяная, мл	15	—
Вода, л до	1	1

ЦП-8Р ЦП-11

Калий железосиеродистый, г	30	30
Калий бромистый, г	15	20
Квасцы алюмокалиевые, г	—	40
Вода, л, до	1	1

171. Проявление цветной позитивной пленки ПЦ-7 (ОРВО РС-7) рулонной и форматной. Подкрепление проявителя: после проявления 1,5 м рулонной 35-мм пленки или четырех форматных пленок 13 × 18 см в проявитель добавляют 50 мл/л пополнителя С-15R. Степень использования растворов:

<i>Раствор</i>	<i>Рулонная 35-мм пленка, м</i>	<i>Форматная пленка 13×18 см, шт.</i>
Проявитель без пополнителя	10	15
Проявитель с пополнителем	18	27
Стоп-фиксаж	20	30
Отбеливатель	20	30
Фиксаж	20	30

Режим обработки

<i>Порядок операций</i>	<i>Время обработки, мин</i>	<i>Температура раствора, °С</i>
Проявление	9—14	20 ± 0,3
Ополаскивание	30с	12...15
Стоп-фиксирование	5—8	19...21
Промывка	15	12...15
Отбеливание	5	19...21
Промывка	5	12...15
Фиксирование	5	19...21
Промывка	15	12...15
Общее время обработки	62,5	—

Состав рабочих растворов

*Проявитель С-15, Пополнитель С-15R,
рН = 10,8...11 рН = 10,8...11*

	<i>Раствор А*</i>	<i>Раствор А*</i>
Гексаметафосфат натрия, г	1,5	1,5
Гидроксиламин, г	1,2	1,5
ЦПВ-1, г	3	4,5
Вода, мл	450	450
	<i>Раствор Б</i>	<i>Раствор Б</i>
Гексаметафосфат натрия, г	1,5	1,5
Сульфит натрия, г	2	2,5
Поташ, г	75	75
Калий бромистый, г	2,5	1,9
Вода, мл	400	400

* Раствор А вливают в раствор Б порциями медленно при помешивании и дополняют водой до объема 1 л.

Стон-фиксаж Орвоколор-33	Отбеливатель Орвоколор-57	Фиксаж Орвоколор-71
Тиосульфат натрия, г 200	Железосинеродистый калий, г 100	Тиосульфат натрия, г 200
Сульфит натрия, г 7,5	Бромистый калий, г 15	Вода, л, до 1
Уксуснокислый натрий, г 15	Фосфорнокислый калий однозаме- щенный, г 5,8	pH 6,5—7,5
Уксусная кислота ледяная, мл 25	Фосфорнокислый натрий двухзаме- щенный, г 4,3	
Вода, л, до 1	Вода, л, до 1	
pH 3,9—4,3	pH 6—6,4	

ГЛАВА 5

Фотографическая химия, вещества и растворы

ВЕЩЕСТВА ДЛЯ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ РАСТВОРОВ

172. Химические соли в фотографии для обработки фотоматериалов (фотохимикаты) условно подразделяются на простые, двойные и комплексные. *Простые соли* делятся на средние (иормальные), кислые (гидросоли) и основные (гидрокси-). *Двойные соли* образуются в твердом виде при кристаллизации находящейся в одном растворе смеси разных солей. *Комплексные соли* — соединения из нескольких молекул, имеющие в узлах кристаллической решетки комплексные ионы, способные существовать в растворе. Химические формулы комплексных ионов в составе комплексной соли заключают в квадратные скобки. Комплексным ионом, часто называемым комплексом, может быть катион, анион или тот и другой. Вещества, образующие с некоторыми из них комплексные соединения, называются *комплексонами*, например, трилон-Б, представляющий собой кислую двунатриевую соль этилендиаминотетрауксусной кислоты. Трилон-Б с различными двухвалентными катионами образует прочные внутрикомплексные соли, растворимые в воде и не выпадающие в осадок.

173. Номенклатурные и торговые названия солей. В соответствии с химической терминологией названия веществ выражаются отечественной и международной номенклатурой. По отечественной номенклатуре названия солей составлены из русских названий химических элементов, по международной — из латинских и греческих. Кроме того, для упрощения применяют технические и торговые названия.

Номенклатура кислот и средних солей

Кислота	Формула	Название солей	
		отечественное	международное
Азотистая	HNO_2	Азотистокислые	Нитриты
Азотная	HNO_3	Азотнокислые	Нитраты
Борная	H_3BO_3	Борнокислые	Бораты
Бромистоводородная	HBr	Бромистые	Бромиды
Двухромовая	$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Двухромовокислые	Бихроматы
Йодистоводородная	HI	Йодистые	Йодиды

Кремниевая	H_2SiO_3	Кремнекислые (металлокремниевые)	Силикаты (метасиликаты)
Марганцовая	HMnO_4	Марганцовокислые	Перманганаты
Серная	H_2SO_4	Сернокислые	Сульфаты
Сернистая	H_2SO_3	Сернистокислые	Сульфиты
Сероводородная	H_2S	Сернистые	Сульфиды
Соляная	HCl	Хлорные	Хлориды
Угльная	H_2CO_3	Углекислые	Карбонаты
Уксусная	CH_3COOH	Уксуснокислые	Ацетаты
Фосфорная (орто)	H_3PO_4	Фосфорнокислые (орто)	Фосфаты (орто)
Фтористоводородная (плавиковая)	HF	Фтористые	Фториды
Хлорноватая	HClO_3	Хлорноватокислые	Хлораты
Хлорноватистая	HClO	Хлорноватистокислые	Гипохлориты
Хлорная	HClO_4	Хлорнокислые	Перхлораты
Хромовая	H_2CrO_4	Хромовокислые	Хроматы
Цианистоводородная (синильная)	HCN	Цианистые	Цианиды
Щавелевая	$(\text{COOH})_2$	Щавелевокислые	Оксалаты

Номенклатура некоторых солей органических кислот
(*М* — одновалентный металл)

Кислота	Соль	Формула соли
Уксусная	Ацетат	$\text{CH}_3\text{CO}_2 \cdot \text{M}$
Щавелевая	Биоксалат	$(\text{C}_2\text{O}_4)\text{H} \cdot \text{M}$
Винная	Битартрат	$(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6)\text{H} \cdot \text{M}$
Гликолевая	Гликолат	$\text{HOCH}_2\text{CO}_2 \cdot \text{M}$
Молочная	Лактат	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CO}_2 \cdot \text{M}$
Малеиновая	Малеат	$(\text{CO}_2 \cdot \text{M})\text{CH}=(\text{CO}_2 \cdot \text{M})$
Метилсерная	Метилсульфат	$\text{CH}_3\text{OSO}_2\text{O} \cdot \text{M}$
Салициловая	Салицилат	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{CO}_2 \cdot \text{M}$
Стеариновая	Стеарат	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{CO}_2 \cdot \text{M}$
Сульфокислота	Сульфонат	$\text{R} \cdot (\text{SO}_3 \cdot \text{M})_n$
Винная	Тартрат	$\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot \text{M}_2$
Муравьиная	Формиат	$\text{HCO}_2 \cdot \text{M}$
Фталевая	Фталат	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CO}_2 \cdot \text{M})$
Фумаровая	Фумарат	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{CO}_2 \cdot \text{M})_2$
Циановая	Цианат	$\text{NCO} \cdot \text{M}$
Лимонная	Цитрат	$\text{C}_3\text{H}_4(\text{OH})(\text{CO}_2 \cdot \text{M})_3$
Этилсерная	Этилсульфат	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OSO}_2 \cdot \text{M}$

Некоторые торговые названия химических веществ

Торговое название	Химическое название
Бура	Натрий тетраборнокислый
Красная кровяная соль	Калий железосинеродистый
Желтая » »	Калий железистосинеродистый
Ляпис	Серебро азотнокислое
Медный купорос	Медь сернокислая
Поташ	Калий углекислый
Сода	Натрий углекислый
Сульфит натрия	Натрий сернистокислый
ЦПВ-1 (ТСС)	Парааминодиэтиланилинсульфат
ЦПВ-2 (Т-32)	Этилоксиэтилпарафенилендиаминсульфат
М-143 (ОРВО)	Метол
Н-142	Гидрохинон

Квалификация — это обозначение сорта и качества химического товара. Все химические продукты делят на четыре группы.

сырые — продукты природного происхождения;

технические — продукты промышленности с небольшими по сравнению с природными продуктами примесями;

реактивы — вещества, применяемые для аналитических, научно-исследовательских и точных работ (фотография), со степенью чистоты выше технических продуктов;

особой чистоты — вещества для особых целей со степенью чистоты выше чистоты химических реактивов.

Квалификация химических реактивов. Ч — чистый, низшая квалификация реактива. Содержание основного вещества (без примесей) 98 % и выше. Содержание примесей или нелетучего остатка 0,01—0,5 %, массовая доля остатка после прокаливании до 0,5 %.

ЧДА — чистый для анализа. Содержание основного вещества не менее 99 %. Примеси не превышают допустимого предела, позволяющего проводить точные аналитические исследования.

ХЧ — химически чистый, высшая степень чистоты реактива. Содержание основного вещества более 99 %, примесей — в пределах 0,001—0,00001 %, массовая доля остатка после прокаливании не выше 0,1 %.

Квалификация высокочистых веществ принята для специальных производств: ВЭЧ — эталонно чистые, ОСЧ — особо чистые с указанием количества неорганических примесей, ОП ОСЧ — особо чистые с указанием органических примесей, СПЧ — вещества спектральной чистоты.

Квалификация зарубежных реактивов и высокочистых веществ. Реактивы стран СЭВ квалифицируются принятыми в СССР символами Ч, ЧДА и ХЧ. Реактивы других зарубежных фирм снабжены квалификацией на латинском или другом языке.

Зарубежная фирма	Ч	ЧДА	ХЧ
Латинское название	Purum «pur»	Pro Analysi «p. a», «p. A.»	Purissimum «puriss»
Е. Мерк (ФРГ)	Rein	Zur Analyse «z. A.»	Peinst
Кох-Лайт (Англия)	Pure	Analytical Reagent «A. R.»	Purissimum
Карло Эрба (Италия)	Reagent «R»	Analytical Reagent «PP»	Primary Standart «CGS»
Флука (Швейцария)	Purum	—	Purissimum
ВОН (Англия)	—	Analar	—

Для обработки фото-киноматериалов применяют вещества с более грубой очисткой чем ОСЧ, ХЧ и ЧДА, поскольку относительно этих квалификаций повышенное содержание примесей не влияет на результаты обработки. Для фото-кинопромышленности выпускают фотохимикаты квалификаций: марки А и Б, Фото, Технический и Ч. При отсутствии веществ указанных квалификаций применяют вещества более высокой очистки. Исключение составляет сульфит натрия ЧДА для бесщелочных мелкозернистых проявителей.

175. Кристаллические и безводные вещества. *Кристаллические вещества* (кристаллогидраты) состоят из определенной формы и строения кристаллов, особенностью которых является кристаллизационная вода в виде целых молекул H_2O , связанных с твердым веществом. Количество воды в кристаллах постоянно для данного вещества и выражается количеством молекул в его формуле. Например, тиосульфат натрия $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ имеет пять молекул воды и одну молекулу основного вещества. Кристаллизационная вода связана с основной молекулой относительно слабо и в большинстве случаев при обычных условиях выветривается, превращая вещество в бесформенный порошок.

Безводные вещества в молекулах воду не содержат, ее удаляют прокаливанием в процессе производства. Некоторые вещества обладают гигроскопичностью — способностью вбирать в себя влагу из воздуха или конденсировать ее на поверхности. Гигроскопические вещества под действием влаги расплываются с увеличением массы. Это явление учитывают при обращении с веществами и их хранении. При составлении обрабатывающих растворов безводных веществ берут меньше относительно кристаллических. При этом количества их неравноценны и требуют расчета.

176. Взаимозаменяемость основных фотохимикатов.

Замена однотипных веществ в частях

Фотохимикат	Безводный	Кристаллический
Сульфит натрия	0,5 1	1 2
Натрий углекислый (сода)	0,37 1	1 2,7
Натрий сернокислый	0,44 1	1 2,27
Тиосульфат натрия	0,64 1	1 1,57

Замена разнотипных щелочных веществ в частях

Натрий углекислый (сода)		Калий углекислый (поташ)	Натрий фосфорнокислый трехзамещенный	
Безводный	Кристаллический		Безводный	Кристаллический
1	2,7	1,3	1,6	3,69
0,37	1	0,48	0,59	1,33
0,77	2,07	1	1,23	2,77
0,62	1,68	0,81	1	2,25

177. Взаимозаменяемость уксусной кислоты различной концентрации (в частях)

Ледяная	80 %-ная	40 %-ная	28 %-ная	8 %-ная	5 %-ная
1	1,25	2,5	3,6	12,5	20
0,8	1	2	2,9	10	16
0,4	0,5	1	1,4	5	8
0,28	0,35	0,7	1	3,5	5,6
0,08	0,1	0,2	0,3	1	1,6
0,05	0,06	0,125	0,18	0,6	1

В зависимости от назначения, стоимости и специфичности вещества фасуют (развешивают) в определенных количествах и помещают для удобства хранения, транспортировки и пользования в определенную тару (ГОСТ 3885—73, СТ СЭВ 805—77, СТ СЭВ 1428—78). Объем тары заполняют до 90 % ее номинального объема для сыпучих веществ и до 95 % для жидких, кроме особо оговоренных случаев. Фасовка по массе делится на семь групп.

Группы фасовки	Масса химического вещества в таре, г	Отклонение массы, г
I	От 0,1 и менее 1	0
	От 1 » » 5	1
II	От 5 » » 25	5
III	От 25 » » 100	10
IV	От 100 » » 250	25
V	От 250 » » 1000	50
VI	От 1000 » » 5000	250
	От 5000 » » 10 000	500
VII	От 10 000 » » 35 000	1000

Упаковочную тару для расфасовки делят на потребительскую и транспортную. Потребительская может быть в виде банок из стекла или другого материала, а также полиэтиленовых или бумажных пакетов и мешков вместимостью 2, 5, 10, 25, 50, 100, 150, 250, 800, 1000, 2500 и 5000 см³. В полиэтиленовых пакетах наибольшая масса вещества 3 кг, в полиэтиленовых мешках — 35 кг. Банки из темного стекла или другого материала, не пропускающего свет, в обозначении после первой цифры имеют малую букву «т» (например, 2т-4). Кроме того, применяют банки из бесцветного стекла со светозащитным покрытием. Ампулы и пробирки могут быть обернуты в светонепроницаемую бумагу. Для светочувствительных фотохимикатов применяют тару из темного стекла, обернутую светонепроницаемой бумагой. Полиэтиленовые пакеты и мешки применяют для веществ, устойчивых на воздухе.

Для герметизации потребительской тары применяют: пробки притертые, стеклянные, корковые, полиэтиленовые; крышки из полимерных материалов; сжимающиеся полимерные колпачки; насадочные манжеты, оклеенные липкой лентой; склейку липкой лентой; заливку или напыление; смесь парафина с полиэтиленом и др. Для особо чистых веществ заливку и напыление не проводят. В большие полиэтиленовые мешки и пакеты фасуют недорогостоящие химические вещества, устойчивые к окислению кислородом воздуха в случае разрыва полиэтиленовой пленки. Для транспортировки полиэтиленовые мешки с веществом вкладывают в многослойные бумажные мешки и в таком виде укладывают в жесткую транспортную тару. Общая масса веществ составляет: в картонных ящиках — до 20 кг, фанерных — до 35 кг, деревянных — до 50 кг. Бутылки емкостью 10 л и более помещают в обрешетки, корзины и барабаны.

Каждая тара имеет этикетку, содержащую наименование вещества, его формулу, массу и ГОСТ (или ТУ); квалификацию (Ч, ЧДА, ХЧ и др.); дату изготовления, номенклатурный номер и другие сведения. Стеклянные бутылки имеют дополнительный фанерный или картонный ярлык с теми же сведениями. Если вещество имеет специфические особенности, то к его упаковке

придается отдельная этикетка определенного цвета с надписью: «Огнеопасно» — красная, «Яд» — желтая, «Взрывоопасно» — голубая, «Бережь от воды» — зеленая. На этикетке упаковки азотнокислого серебра указывают содержание серебра как драгоценного металла.

Квалификация веществ обозначается не только буквами Ч, ЧДА, ХЧ и другими, но и цветной полоской на этикетке: красной — ХЧ, синей — ЧДА, зеленой — Ч, желтой — особой чистоты. Для всех прочих квалификаций на этикетке полоска светло-коричневого цвета.

Обозначение тары. Тара из соответствующего материала и определенной формы обозначается цифрами и буквами. Первая цифра или буква обозначает вид тары (банка, пакет, флакон), вторая — материал тары (стекло, полиэтилен, металл) и тип крышки. Строчные буквы после цифр обозначают вид и материал крышки или пробки. Например: 2-5 или Б-5п — банка стеклянная с полиэтиленовой навинчивающейся крышкой и полиэтиленовым вкладышем; 2-9 или Б-6 — банка полиэтиленовая с крышкой и вкладышем того же материала; 6-1 или П-1 — пакет полиэтиленовый.

Характеристика тары в порядке цифр обозначения.

Ампула — 1, тара одноразового применения в виде цилиндра с оттянутым концом, запаиваемым после заполнения веществом.

Банка — 2, тара с широкой горловиной для сыпучих и вязких веществ. Площадь сечения горловины в два раза меньше площади основания и в большинстве случаев круглая.

Склянка — 3, тара с узкой горловиной круглой или некруглой формы, сужающаяся в верхней части, для жидких веществ. Площадь горловины меньше площади основания более чем в два раза.

Флакон — 4, склянка емкостью до 100 см³.

Пробирка — 5, тара цилиндрической формы с плоским или закругленным дном.

Пакет — 6, тара из фторопластовой или полиэтиленовой неокрашенной или окрашенной в черный цвет пленки, а также из бумаги, ламинированной полиэтиленом.

Коробка — 7, тара из полимерных материалов.

Бутыль — 8, тара цилиндрической формы с узкой горловиной для жидких веществ емкостью от 2 до 25 л.

Фляга и канистра — 9, тара полиэтиленовая или металлическая из жести или железа с крышкой.

Баллон — 10, тара каплеобразной формы емкостью более 35 л с пробкой или завинчивающейся крышкой.

Мешок — 11, тара из полиэтиленовой неокрашенной или черной пленки; другого полимерного материала; бумаги, ламинированной полиэтиленом или со вшитым (вкладным) полиэтиленовым мешком; многослойной бумаги, а также мешки-вкладыши из тонкой полимерной пленки, вкладываемые в транспортную тару без другого применения.

179. Хранение фотохимикатов. Условие: целесообразное устройство помещения с легким доступом к каждому веществу, рациональное расположение веществ с целью быстрого нахождения, хорошая осведомленность для работы с веществами. Фотохимикаты при хранении разделяют по назначению, токсичности, степени расходования и хранят в разных местах. Токсичные фотохимикаты подлежат закрытому и труднодоступному хранению. Жидкие вещества (особенно кислоты) емкостью не более одного

литра на рабочем месте хранят в металлическом обособленном закрывающемся ящике с полиэтиленовым или аналогичного материала вкладышем. Стеклянную посуду с жидкостями необходимо вкладывать в полиэтиленовые предохранительные стаканы, исключающие возможность ударов стекла при укладке и пользовании. Каждая тара должна иметь этикетку с обозначением вещества или надпись химическим карандашом. При работе с фотохимикатами посуда и тара обязательно должны содержаться в чистоте и плотно закрываться крышкой или пробкой. Сохранность фотохимикатов, в основном от воздействия кислорода воздуха, зависит от типа применяемых пробок, крышек и их состояния. Обычно применяют корковые, резиновые, полиэтиленовые и стеклянные пробки, а также пластмассовые крышки с прокладками из резины.

Корковые пробки готовят из коры пробкового дуба. Для придания стойкости к хранящимся жидкостям пробки обрабатывают в растворе: вода — 100 мл, глицерин — 50 мл, желатина — 30 г. В нагретой до 40—50 °C воде растворяют желатину. Затем приливают глицерин. В нагретом растворе корковые пробки выдерживают 15—20 мин, после чего хорошо обмывают холодной водой и сушат. Высушенные пробки обрабатывают в течение 15—25 мин в расплавленной смеси:

Парафин, г 42	или	Парафин, г 42
Вазелин, г 12		Церезин, г 5

В случае хранения кислот можно обработать корковые пробки с получением полиэтилен-парафиновым покрытием, обладающим большей долговечностью. Одну часть полиэтилена при температуре 120 °C сплавляют с пятью частями жидкого парафина (50 °C). В расплавленную массу опускают корковую пробку, выдерживают несколько секунд и сразу же вставляют в горлышко стеклянного сосуда для придания пробке формы горлышка. Хранить органические растворители в сосуде с полиэтилен-парафиновыми пробками нельзя. Стандартные корковые пробки бывают следующих размеров (диаметры верхнего и нижнего оснований усеченного конуса), мм: 9×7, 10×8, 12×10, 14×12, 16×14, 18×16, 20×18, 22×20.

Резиновые пробки применяют для узкогорлых сосудов при хранении веществ, не действующих на резину. К действующим относятся: бензин, ацетон, бензол, петролейный эфир, нитробензол и другие органические растворители. От действия, например, ацетона резиновые пробки набухают, от действия других — из пробок могут экстрагироваться примеси: сера, смола и прочее. Из кислот на резину сильно действуют концентрированная серная и азотная кислоты.

Полиэтиленовые пробки применяют аналогично резиновым для сосудов с узкой горловиной. На них действуют: галогены, концентрированные кислоты — серная, хлорная, хлорсульфоновая и хромовая, а также озон, трехокись хрома, четыреххлористый углерод, сероводород и перекись водорода. Однако полиэтилен может соприкасаться с разбавленными кислотами: с 50 %-ной серной и 39 %-ной соляной.

Стеклянные пробки являются частью принадлежащих им сосудов, имеющих горловину со шлифованной внутренней поверхностью. Обязательное условие: точная подгонка пробки к горловине посредством шлифовки их соприкасающихся по-

верхностей с обозначением одинаковыми номерами на пробке и сосуде. Сосуды и пробки с разными номерами для совместной работы непригодны. Сосуды с притертыми пробками из стекла применяют в случаях воздействия вещества на пробку. Для хранения фотохимикатов и фоторастворов стеклянные сосуды с притертыми пробками не применяют, так как при частом пользовании сыпучими материалами и высыхаемыми каплями растворов герметичность нарушается и хранимое вещество окисляется кислородом воздуха.

Пластмассовые крышки на стеклянных сосудах наиболее пригодны для хранения фотохимикатов и растворов. Для надежной герметизации при частом пользовании содержимым сосудов следует картонную прокладку с полиэтиленовой пленкой заменить на резиновую толщиной 1,2—1,5 мм, предварительно очистив крышку и горловину стеклянной банки от парафина. В горячей воде (70—80 °C) парафин легко отделяется от стекла и пластмассы.

Полиэтиленовые крышки на сосудах с относительно широким горлом также должны иметь резиновые прокладки.

180. **Взвешивание фотохимикатов** проводят различными способами. Лучшими являются технические лабораторные весы второго класса грузоподъемностью 100 и 200 г при погрешности ± 60 мг. Для них применяют комплект разновесов Г-4-211,10, в который входят миллиграммовые гири комплекта Мг-4-1100-10.

Комплект разновесов Г-4-211,10

Граммовые гири, г	100	50	20	10	5	2	1
Количество, шт.	1	1	2	1	1	2	1

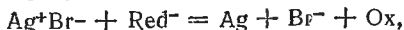
Комплект разновесов Мг-4-1100-10

Миллиграммовые гири, мг	500	200	100	50	20	10
Количество, шт.	1	2	1	1	2	1

Для точного взвешивания малых количеств веществ применяют метод двойного взвешивания. Вещество взвешивают и записывают его величину, затем гири и вещество меняют местами (без замены чашек весов с точной балансировкой) и результат второго взвешивания также записывают. Истинная масса определяется как среднее арифметическое двух записанных чисел.

ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА ПРОЯВИТЕЛЕЙ

181. **Основные и второстепенные проявляющие вещества.** В процессе съемки при экспонировании фотоматериала засвеченные микрокристаллы галогенного серебра фотослоя вследствие потери электронов (1) превращаются в центры скрытого изображения, состоящие из положительно заряженных ионов серебра. При проявлении проявляющие вещества отдают свои электроны ионам серебра, превращая (восстанавливая) их в металлическое серебро черного цвета:



где Red — отрицательный ион проявляющего вещества, действующий на бромистое серебро фотослоя; Ox — окисленная форма проявляющего вещества, образующаяся в процессе проявления.

Проявляющие вещества изобретательно восстанавливают только экспонированное галогенное серебро и могут быть неорганическими и органическими.

К неорганическим проявляющим веществам относятся соли закисного железа FeSO_4 в сочетании со щавелесовокислым калием, широко распространенные в начальной стадии развития фотографии для проявления мокроколлодионных пластинок, а в настоящее время применяющиеся, в основном, в специфических условиях полиграфии. Неорганические проявители с закисным железом в сочетании с малоновой, щавелевой или лимонной органическими кислотами применяются также в научных исследованиях благодаря двум преимуществам: точно определяемым окислительно-восстановительным потенциалом и возможностью проводить проявление как обратимый процесс. Кроме солей закисного железа, другие неорганические проявляющие вещества представляют лишь теоретический интерес.

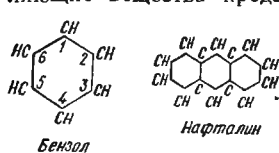


Рис. 77. Структурное строение молекул бензола и нафталина

К ним относится фтористое железо, хлорная медь, сульфат двухвалентного хрома, хлорид трехвалентного титана, гидросульфит натрия и другие. Особое значение имеют три неорганических проявляющих вещества, способствующих проявлению в щелочных растворах: перекись водорода, гидразин и гидроксилламин, являющиеся сильными окислителями.

Перекись водорода не может служить самостоятельным проявляющим веществом вследствие своей нестабильности, но в некоторых случаях при обработке ею экспонированных фотослоев наблюдается усиление скрытого изображения, рассматриваемое как повышение светочувствительности фотоматериала. **Гидразин** также не применим в качестве основного проявляющего вещества, однако может присутствовать в малых количествах в щелочных растворах как активирующее средство. **Гидроксилламин**, выполняющий роль акцептора кислорода, применяют в цветных проявителях для предохранения основного проявляющего вещества ЦПВ-1 или ЦПВ-2 от окисления кислородом воздуха.

В последнее время разработано новое неорганическое проявляющее вещество в виде соли двухвалентного ванадия, достоинство которого возможность регенерации путем электролитического восстановления и малое (10—20 с) время проявления при незначительной вуалирующей способности. Неорганические вещества применяют относительно редко вследствие токсичности, плохой сохраняемости и нестабильности свойств.

К органическим проявляющим веществам относятся вещества ароматического ряда в виде производных бензола C_6H_6 , нафталина C_{10}H_8 и дифенила $\text{C}_{12}\text{H}_{10}$, из которых широко применяются производные бензола, относящиеся к ароматическим углеводородам (для проявления черно-белых) и производные парафенилендиамина (для проявления цветных фотослоев).

Структурная формула бензола имеет форму циклогексатриена, называемую по химической терминологии «бензольным кольцом» (рис. 77). В вершинах кольца находятся углеродные и водородные атомы с цифровым обозначением места расположения. Главной фотографической особенностью бензола явля-

ется возможность замещения водородных атомов активными группами, определяющими *проявляющие свойства* нового производного вещества. Проявляющей способностью обладают те производные бензола, в молекулах которых имеется не менее двух активных групп вместо водородных атомов. Производные с одной группой не проявляют.

Активными к проявлению группами являются оксигруппа OH и аминогруппа NH_2 . Каждая из этих групп замещает только один атом водорода. Если водородные атомы замещены оксигруппами OH, то проявляющее вещество относится к классу фенолов, если аминогруппами NH_2 — к классу аминов, если OH и NH_2 — к классу аминифенолов. Количество замещенных аминогрупп обозначается: моно — одна какая-либо группа, ди — две одинаковых группы, трио — три замещенных группы.

Положение замещающих групп в вершинах 1 и 2 называется *ортоположением* (или *о-*), 1 и 3 — *метаположением* (или *м-*), 1 и 4 — *параположением* (или *п-*). В молекулярных формулах и химических названиях вершины замещения атомов в бензольном кольце обозначаются цифрами и буквами. Проявлять способны только те производные бензола, активные группы которых находятся в *орто*- или *пара*положениях. Метапроизводные и вещества с 1, 3 и 5 положением в бензольном кольце не проявляют. Например, из трех изомеров диоксибензола, структурные формулы которых различны, а молекулярные одинаковы, проявляют только две: пирокатехин и гидрохинон. Резорцин не обладает проявляющей способностью (рис. 78).

В активной оксигруппе OH бензольного кольца замещение водорода какими-либо другими группами уничтожает активность группы и вещество не проявляет. В активной группе NH_2 один или два водородных атома могут быть замещены дополнительными алкильными или фенильными группами с выявлением новых проявляющих свойств. Проявляющая способность повышается по мере увеличения активных групп и их разнообразия в бензольном кольце. Наличие в кольце активных групп NH_2 , водорода которых замещены алкильными или фенильными группами, увеличивает проявляющую способность. Двухзамещенные производные бензола менее активны в проявлении, чем трехзамещенные.

Отличительным органическим проявляющим веществом является фенидон — производное не бензола или нафталина, а органического вещества пиразолидона $\text{C}_8\text{H}_4(\text{NH})_2$. Фенидон — название, составленное из начальных и конечных букв: ФЕНИл-производного пиразолиДОНа. Полное название фенидона: 1-фенил-3-пиразолидон или 1-фенил-пиразолидон-3. Производными нафталина, практически обладающими проявляющей способностью, являются эйконоген и диоген, не получившие, однако, широкого практического применения.

Особое место среди органических проявляющих веществ занимают вещества для обработки цветных фотоматериалов, являющиеся производными парафенилендиамина. Наиболее рас-

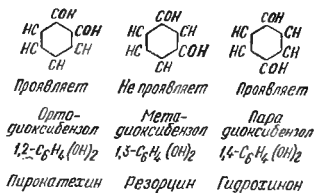


Рис. 78. Структурные формулы трех изомеров диоксибензола

пространенными являются два отечественных проявляющих вещества:

парааминодиэтиланилин (имеет старое название диэтилпарафенилендиамин, привившееся в литературе). Его сернокислая соль называется парааминодиэтиланилинсульфат (ЦПВ-1 или ТСС);

этилоксиэтилпарафенилендиаминсульфат (ЦПВ-2 или Т-32).

Зарубежные проявляющие вещества СД-3 (Кодак) и Ас-60 (Агфа). В щелочных растворах проявителей эти цветные проявляющие вещества находятся в виде оснований. Вследствие быстрой окисляемости кислородом воздуха и воды основания в чис-

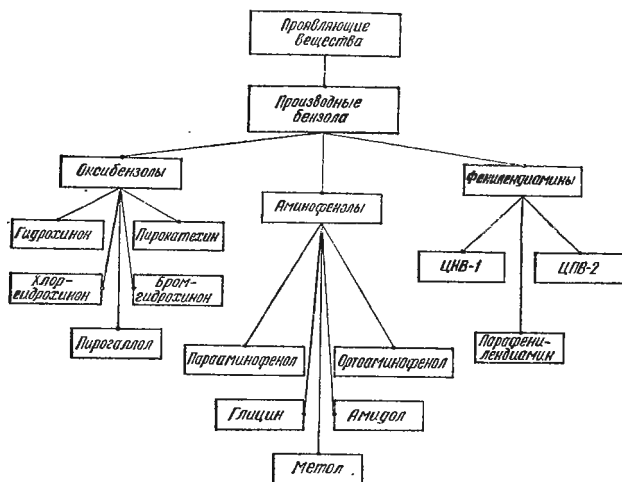


Рис. 79. Диаграмма классификации проявляющих веществ

том виде в фотографии не применяют, а используют в виде сернокислых или солянокислых солей. При цветном проявлении эти вещества характеризуются следующим: продукты окисления проявляющего вещества, вступая в реакцию с цветными компонентами фотослоя, образуют при обработке в цветных частичных слоях фотослоя красители; спектральные характеристики полученных красителей удовлетворяют точности субтрактивного синтеза цветовоспроизведения; полученные красители относительно стойки и долговечны.

Органические проявляющие вещества (производные бензола), применяемые для обработки фотослоев, разделены в основном на три группы: оксибензолы, фенилендиамин и аминокфенолы (рис. 79). Кроме того, существуют комплексные проявляющие вещества — продукты соединения двух обычных проявляющих веществ.

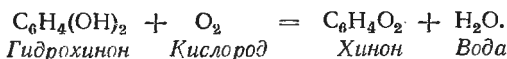
Оксибензолы являются слабыми кислотами и применяются в черно-белой фотографии. К ним относятся бромгидрохинон, гидрохинон, пирогаллол, пирокатехин и хлоргидрохинон. Оксибензолы хорошо проявляют в присутствии щелочи.

Фенилендиамины являются слабыми основаниями, содержат аминогруппу NH_2 и для проявления не применимы вследствие легкой окисляемости кислородом. Свободные основания хранят в запаянных ампулах в атмосфере инертного газа. Для проявления применяют соли этих оснований: серно- или солянокислые, хранящиеся в обычной упаковке. К ним относятся: орто-фенилендиамин, парафенилендиамин серно- или солянокислый для черно-белой и ЦПВ-1 и ЦПВ-2 для цветной фотографии.

Аминофенолы — амфотерные вещества. В водном растворе диссоциируют как кислоты и как основания. Наибольшая проявляющая способность выявляется при кислотных свойствах. При малой концентрации вводимой в раствор щелочи аминофенолы не диссоциируют. При большей щелочности раствора диссоциированные ионы проявляющего вещества способны к энергичному проявлению. К наиболее распространенным аминофенолам относятся: амидол, глицин, метол, ортоаминофенол, парааминофенол серно- и солянокислый, фенидон и др.

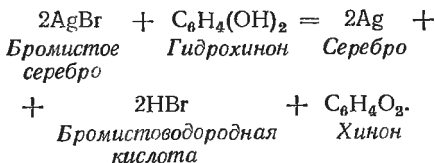
Комплексные проявляющие вещества. *Метохинон* — продукт соединения одной молекулы гидрохинона с двумя молекулами метола. *Хлоранол* — соединение хлоргидрохинона с метолом. *Гидрамин* — соединение гидрохинона с парафенилендиамином.

182. Сохраняющие вещества. Проявляющее вещество в водном растворе проявителя окисляется галогенным серебром фотослоя при его обработке, а также кислородом воздуха, соприкасающимся с раствором и находящимся в нем. При окислении проявляющего вещества образуются продукты, не способные к проявлению и тормозящие его процесс. Кроме того, продукты окисления, разлагаясь в щелочном растворе проявителя, образуют соединения, окрашивающие эмульсию и серебро фотографического изображения. Например, гидрохинон, растворенный в воде, окисляясь кислородом, превращается в хинон



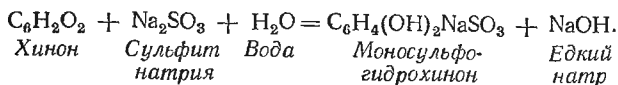
Гидрохинон Кислород Хинон Вода

При взаимодействии гидрохинона с бромистым серебром также образуется хинон



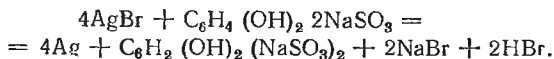
Хинон, окисляясь кислородом, переходит в оксихинон (красного цвета), образующий при дальнейшем окислении гуминовые кислоты (темно-коричневого цвета). Ни один из продуктов окисления гидрохинона не обладает проявляющей способностью. Для предотвращения окисления проявляющего вещества в раствор вводят сохраняющее (консервирующее) вещество, связывающее продукты окисления и в определенной степени замедляющее процесс окисления и разложения. Наибольшее распространение получил сульфит натрия. Меньше применяют бисульфит натрия и метабисульфит калия. В присутствии сульфита натрия

образовавшийся при окислении хинон в гидрохиноновом проявителе переходит в моносультфогидрохинон, обладающий проявляющей способностью наравне с гидрохиноном, но работающий с меньшей вуалирующей способностью



Это качество моносультфогидрохинона часто используют при добавлении небольшого количества отработанного гидрохинонового проявителя (пятую или шестую часть) в свежий проявляющий раствор для чистоты работы с первыми проявляемыми фотоотпечатками. Моносультфогидрохинон, действуя на бромистое серебро фотослоя, восстанавливает его в металлическое, а сам окисляется в моносультфохинон. При взаимодействии с сультфитом натрия полученный моносультфохинон превращается в дисультфонат гидрохинона, не имеющий проявляющих свойств.

Суммарная реакция проявления в присутствии сультфита натрия в гидрохиноновом проявителе выражается уравнением



Сультфит натрия в проявляющем растворе: предотвращает быстрое окисление проявляющего вещества кислородом воздуха и воды, связывая продукты окисления, чем увеличивается сохраняемость проявителя;

связывая продукты окисления, не допускает интенсивного окрашивания фотографического изображения;

вступая в реакцию с продуктами окисления гидрохинона, образует новое вещество, способное к проявлению, увеличивая проявляющую способность проявителя;

при больших концентрациях (более 70 г/л) растворяет крупные зерна галогенного серебра фотослоя, создавая мелкозернистое проявление;

в дубящих проявителях определяет количество образующегося дубителя;

в цветных проявителях определяет качество изображения, возникновение цветной вуали и выход красителя в слоях.

В проявителях для цветных материалов концентрация сультфита натрия относительно черно-белых проявителей значительно меньше, порядка 1—3 г/л. Сультфит, связывая продукты окисления ЦПВ, задерживает реакцию их с цветными компонентами. Увеличение концентрации сультфита вызывает снижение цветных плотностей, а присутствие в сультфите большого количества примесей вызывает образование заметной красной вуали на изображении, в связи с чем квалификация сультфита для цветной обработки должна быть не хуже ЧДА.

Метабисультфит калия и бисультфит натрия применяют в проявляющих растворах с кислотными свойствами. При замене сультфита натрия метабисультфитом калия или бисультфитом натрия следует количество щелочи, указанной в рецепте, увеличить на 50 %.

<i>Сульфит натрия безводный</i>	<i>Сульфит натрия кристаллический</i>	<i>Метабисульфит калия</i>	<i>Бисульфит натрия</i>
1	2	1,76	0,82
0,5	1	0,88	0,41
0,56	1,13	1	0,46
1,21	2,42	2,13	1

183. Ускоряющие вещества. Проявление фотоматериалов большинством современных проявляющих веществ происходит в основном в щелочной среде, определяющей скорость и энергичность проявления. Кроме того, щелочь может быть возбудителем проявляющей способности некоторых слабых проявляющих веществ. Каждый проявитель требует особой степени щелочности, для создания которой применяют специальные ускоряющие вещества, диссоциирующие в водном растворе проявителя с образованием необходимой концентрации гидроксильных ионов OH^- . В качестве ускоряющих веществ применяют едкие щелочи или соли щелочного металла и слабой кислоты.

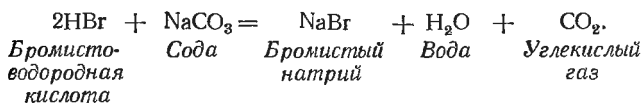
Щелочь в растворе:

создает определенную концентрацию активной формы проявляющих веществ, содержащих гидроксильную группу OH , характеризующуюся водородным показателем pH (187);

нейтрализует бромистоводородную кислоту HBr , образующуюся в процессе проявления;

поддерживает концентрацию водородных ионов (pH) на относительно постоянном уровне посредством применения щелочных веществ, обладающих высокой буферностью.

Нейтрализация бромистоводородной кислоты, образующейся в процессе проявления, заключается в воздействии на нее щелочи с образованием бромистой соли — бромиды, воды и углекислого газа. В случае применения углекислой щелочи (сода, поташа) нейтрализация выражается уравнением



В результате расход щелочи на нейтрализацию истощает проявитель, уменьшая концентрацию активной формы проявляющего вещества и увеличивая концентрацию брома, замедляя процесс проявления. Уменьшение расхода щелочи возможно созданием буферности раствора, способствующей сохранению характеристик проявления.

Буферная способность раствора выражается в сохранении относительного постоянства pH независимо от воздействия сильных кислот или щелочей и степени их расходования. Едкие щелочи KOH и NaOH диссоциируют в воде полностью, но вследствие нейтрализации ими бромистоводородной кислоты концентрация гидроксидов OH падает, резко снижая величину pH . Несмотря на создаваемые высокие значения pH , вплоть до $\text{pH}=13$, буферность таких растворов мала и едкие щелочи применяют в особых случаях, когда требуется достичь высоких значений pH . При этом большие количества едких щелочей в растворе

сильно размягчают желатину и создают опасность ее повреждения.

Наибольшей буферностью ($pH=9\ldots 10$) обладают слабощелочные растворы, образованные солями сильных оснований и слабых кислот: содой $NaCO_3$, поташом K_2CO_3 , бурой $Na_2B_4O_7$ и др. При составлении растворов, например, с углекислой солью часть ее подвергается гидролизу с образованием едкой щелочи, которая нейтрализует бромистоводородную кислоту. При этом одновременно гидролизуется новое количество углекислой соли, поддерживая pH на относительно постоянном уровне. Концентрация щелочи в результате гидролиза зависит от силы кислоты. Чем слабее кислота, тем сильнее гидролиз и больше концентрация щелочи. Сода и поташ в проявителе дают концентрацию щелочи больше, чем бора. Создание определенной щелочности проявителя (pH) связано с применением определенного проявляющего вещества.

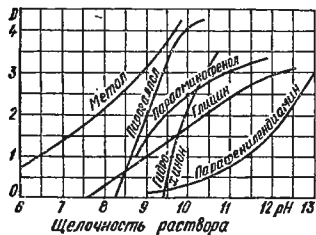


Рис. 80. Кривые зависимости плотности фотослоя D от щелочности проявителя с различными проявляющими веществами

Для гидрохинона (оксibenзол) увеличение щелочности приводит к увеличению концентрации активной формы, т. е. к концентрации отрицательно заряженных ионов проявляющего вещества.

Для ЦПВ-1, ЦПВ-2 и парафенилендиамина (фенилендиамины) увеличение щелочности уменьшает степень диссоциации проявляющего вещества, имеющего основной характер, т. е. увеличивает количество недиссоциированных молекул, способных к проявлению.

Для метола, амидола, глицина и фенидона (аминофенолы) увеличение щелочности приводит вначале к увеличению числа недиссоциированных молекул, а затем к концентрации отрицательно заряженных ионов проявляющего вещества.

Практически метол и парафенилендиамин могут проявлять в нейтральной или слабощелочной среде с $pH \approx 6$, что обусловлено наличием в этих веществах аминогруппы NH_2 с основными свойствами, но проявление происходит медленно. Несколько быстрее без щелочи проявляет амидол и триаминофенол с сильно выраженными основными свойствами. Гидрохинон без щелочи не проявляет, для него щелочность проявителя должна быть не ниже $pH = 8 \ldots 9$.

В зависимости от типа щелочи проявляющие вещества проявляют в различных пределах pH растворов и имеют различную чувствительность к его изменению. На рис. 80 показана зависимость увеличения плотности почернения фотослоя D от pH проявителя для наиболее распространенных проявляющих веществ. Как видно из кривых, наибольшую чувствительность к изменению pH имеют пирагаллол и гидрохинон, требующие высокой буферности растворов. Наилучшими характеристиками обладает глицин.

Выбор щелочи для проявителя обуславливается следующими требованиями: величиной pH раствора, необходимой буферностью, степенью набухаемости желатины и скоростью нарастания контраста изображения. Для медленно работающих вырав-

нижающих проявителей $pH = 7...9$, для энергично работающих контрастных проявителей с едкой щелочью $pH = 12 \dots 13$.

Соотношение количества щелочи с pH проявителя

Щелочь	Количество, г/л	pH раствора
Углекислый калий (поташ)	1,52	9,2
	27,64	10,7
Углекислый натрий (сода)	1,35	9,1
	21,2	10,6
Натр едкий	0,325	9,1
	0,628	10,6
Кали едкое	0,67	9,1
	1,358	10,8

На практике пригодны любые щелочи. Чаще всего применяют соду и поташ, реже — едкий натр, а также производные группы боратов: метаборат натрия (кодалк) и тетраборат натрия (буру).

Углекислый натрий в обращении называют содой. Сода — общетехническое название натриевых солей угольной кислоты, подразделяется следующим образом:

кальцинированная — углекислый натрий безводный Na_2CO_3 ;

кристаллическая — углекислый натрий $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ 10-водный, $Na_2CO_3 \cdot 7H_2O$ 7-водный и $Na_2CO_3 \cdot H_2O$ одно-водный;

природная — углекислый натрий $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ 10-вод-ный;

каустическая (каустик) — натр едкий технический $NaOH$;

пищевая (питьевая) — двууглекислый натрий $NaHCO_3$.

В фотографии применяют кальцинированную соду безводную Na_2CO_3 и кристаллическую 10-водную $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$. Кау-стическая сода вследствие большого количества примесей и пи-щевая сода для обработки не применимы.

Наилучшая буферная емкость проявителя в интервале $pH = 8...10$ получается при помощи системы щелочных веществ: *метаборат-тетраборат-борная кислота*, однако она непригод-на для работы с проявляющими веществами, активные группы которых находятся в ортоположении в бензольном кольце. Иногда применяют фосфорнокислый натрий трехзамещенный, алюминаты и другие основания. Едкий натр и едкое кали меж-ду собой взаимозаменяемы в соответствующем соотношении. Замена углекислых щелочей едкими и наоборот недопустима вследствие существенного изменения характеристик проявите-лей. Во всех случаях замены веществ или изменения рецептуры проявителей рекомендуется измерять pH растворов с помощью приборов или химических индикаторов и делать пробы прояв-ления.

184. Противовуалирующие вещества (ПВВ). Сущность избирательности проявления заключается в восстановлении только экспонированного галогенного серебра фотоматериала, однако в незначительной степени проявляются и кристаллы незасвеченного галогенного серебра, создавая серую вуаль на общем фоне изображения. Для ее предупреждения в прояви-тель вводят ПВВ, тормозящие (замедляющие) проявление неза-свеченных микрокристаллов в течение времени, когда восстанав-ливается серебро фотографического изображения. На уменьше-

ние плотности вуали ПБВ влияют в большей степени, чем на уменьшение плотности изображения, т. е. увеличивается индукционный период — время с начала погружения фотослоя в раствор и до появления первых следов изображения.

Наибольшее распространение в качестве ПБВ вследствие неизменяемости контраста изображения получил бромистый калий. Его количество в проявителях колеблется в пределах 0,5—10 г/л и зависит от индукционного периода и допускаемой плотности вуали, состава проявителя, температуры обработки, степени передержки, свежести фотоматериала и некоторых других причин. Малая концентрация бромистого калия в проявителе незначительно уменьшает вуаль, но способствует выявлению малоэкспонированных участков фотослоя. При повышенной концентрации возможно исправление заведомо известных передержек со снижением средней плотности негативного изображения.

ПБВ имеют различную чувствительность к добавлению бромистого калия. Наиболее критичны к его концентрации парафенилендиамин и гидрохинон, сильно замедляющие проявление от незначительно увеличенной нормы бромистого калия. Менее чувствительны, в порядке снижения чувствительности, глицин, парааминофенол, пирокатехин, пирогаллол, метол и амидол. Кроме бромистого калия (или заменяющего его бромистого натрия) в некоторых случаях можно применить йодистый калий, увеличивающий индукционный период проявителя в 10—20 раз. Большую вуаль старых фотоматериалов ($D_0 = 0,4 \dots 0,6$) можно полностью предотвратить концентрацией йодистого калия порядка 0,3—1 г/л. Величина экспозиции при съемке и время проявления при этом значительно увеличиваются.

В качестве ПБВ применяют и органические вещества: триазолы, имидазолы, пиразолы, тианилиды и другие, из которых широко применяют бензотриазол и менее — нитробензимидазол и фенилмеркаптотетразол, имеющие некоторые преимущества перед бромистым калием (применяются в полиграфии). Бензотриазол действует сильнее в 10—100 раз и относительно бромистого калия увеличивает контраст изображения в 1,3—1,6 раза. Бензотриазол используют в щелочных энергичных проявителях с эффективным действием при меньших рН. Бензотриазол рекомендуется для проявления сильно вуалированных фотоматериалов, когда максимальное количество бромистого калия оказывается недостаточным, а также для проявления контрастных объектов (штриховая репродукция).

185. Дополнительные вещества в проявителях. В процессах проявления в некоторых случаях возникает необходимость в стабилизации работы растворов, их активизации и сохранении фотослоев при обработке. С этой целью рассматривается несколько рекомендаций.

1. В проявителях, приготовленных на жесткой воде, возможно осаждение кальциевых солей CaCO_3 и CaSO_3 на поверхности фотослоя с образованием так называемой кальциевой сетки. Особенно это вредно для цветных фотоматериалов, в желатине которых могут образоваться кристаллики углекислого кальция, создавая видимость повышенной зернистости. Для связывания ионов кальция, а также ионов меди, иногда содержащихся в воде и сульфите натрия, и для устранения мутности проявителя при обработке фотоотпечатков применяют трилон-Б и метафосфат натрия. При взаимодействии этих веществ с нераствори-

мыми кальциевыми солями образуются соединения, при которых концентрация ионов кальция оказывается настолько мала, что осадок не выпадает. Введение трилона-Б или гексаметафосфата натрия неправильно называется «умягчением» воды, так как жесткость воды при этом не изменяется, а предотвращается осаждение на фотослой кальциевых солей и создается прозрачность раствора. Применяя дистиллированную воду для черно-белых проявителей, указанные вещества не применяют. Однако в цветные проявители их вводят с целью связывания ионов меди, влияющих на цветовоспроизведение (141).

2. При повышении температуры проявителя до 25—40 °С возможно сильное набухание желатины. Для его уменьшения в раствор вводят сернокислый натрий в концентрации 50—150 г/л, спирт в количестве 30—60 мл и другие вещества. Часто фотослой дубят сульфатом натрия $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в количестве 200 г/л, повышающим температуру плавления желатины. После проявления фотослой дубят в 3 %-ном растворе хромовых квасцов, предварительно ополоснув его водой. При этом фиксаж также должен быть дубящим с этими же квасцами. Лучшее дубление фотослоя получают в растворе формалина.

3. Для увеличения работоспособности амидоловых, пирогаллоловых и глициновых проявителей в раствор вводят молочную кислоту. Работа амидоловых проявителей стабилизируется введением в раствор метола, углеводов, капроновой кислоты и ацетонсульфата; глициновых — углеводами, пирогаллолом, гидрохиноном и гидразисульфатом; метолгидрохиноновых — кислотами: молочной, олеиновой и янтарной, а также ацетонсульфатом и третичным бутаном.

4. Повышение светочувствительности фотоматериалов за счет состава проявителя достигают применением триметиламинотрикарбоновой кислоты, этилендиаминотетрауксусной кислоты и триэтаноламина. При этом возможно повышение вуали.

5. В быстрых черно-белых проявителях ускорение проявления и повышение равномерности воздействия проявителя по фотослою осуществляют введением смачивателей, а в цветных — бензилового спирта.

6. Для усиления изображения, получаемого в парааминофеноловом проявителе, дающем малую плотность изображения, применяют 20 %-ный акрилат кальция.

ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ РАСТВОРЫ

186. Вода. Является основным и единственным растворителем веществ, применяемых в фотографии для обработки светочувствительных материалов. Вода должна быть определенного качества, допускающего в ней вещества, не влияющие на процесс обработки и свойства фотослоя. Воду, содержащую соли, называют жесткой, без солей (дистиллированную, дождевую, снеговую) — мягкой.

Степень жесткости определяет содержание в воде растворимых солей кальция и магния, выраженное в миллиграмм-эквивалентах на литр воды. Один миллиграмм-эквивалент жесткости содержит 20,04 мг/л Ca^{2+} или 12,16 мг/л Mg^{2+} . В зависимости от количества солей Ca и Mg различают жесткость постоянную, временную и общую. **Постоянная жесткость** (некарбонатная) характеризуется содержанием хлоридов, сульфатов

и других солей (кроме бикарбонатов), остающихся при кипячении в воде.

Временная жесткость (карбонатная) характеризуется содержанием бикарбонатов, переходящих при кипячении в нерастворимые соединения, выпадающие в осадок (накипь). Вода при этом умягчается.

Общая жесткость характеризуется общим содержанием солей кальция и магния. Удаление солей из воды (умягчение) проводят дистилляцией, кипячением и другими способами, а при широком применении в фотографии обычной воды — растворением в ней в основном трилона-Б. Связывая находящиеся в воде соли, трилон-Б не умягчает воду, а переводит их в растворимые соединения, не выпадающие в осадок и не портящие фотографическое изображение.

Вода по содержанию в ней посторонних примесей и растворимых веществ делится на природную, питьевую, техническую и лабораторную (дистиллированную, бидистиллированную и деминерализованную).

Природная вода, в зависимости от своего происхождения, всегда содержит растворенные соли, газы и органические соединения. При концентрации солей до 1 г/кг вода считается пресной, до 25 г/кг — солоноватой, а выше — соленой. По другой классификации: при содержании солей до 0,1 % вода называется пресной, от 0,1 до 5 % — минерализованной, свыше 5 % — рассолом. Кроме того, природная вода характеризуется содержанием грубодисперсных примесей, цветностью, вкусом, запахом, показателем рН (равным в большинстве случаев 6,6—8,6), щелочностью, жесткостью, коллоидными примесями, содержанием, количеством веществ и микроорганизмов, наличием ионов различных металлов. *Природная вода* — это вода рек, озер, колодезная, ключевая, атмосферных осадков, морей океанов, подземных и минеральных источников. Пресная вода рек и озер содержит соли в пределах 50—1000 мг/л, а также примеси в виде частиц песка и глины, создающие постоянную мутность различной концентрации (ориентировочно 0,05 %) с пониженной прозрачностью и большой бактериальной загрязненностью. *Колодезная и ключевая вода* может содержать аммиак и другие вредные примеси (особенно загрязнена вода мелких колодцев). *Дождевая и снеговая вода* содержит соли порядка 10—20 мг/л и считается мягкой. *Вода морей и океанов* имеет значительное количество солей и различных элементов, г/кг: океаническая вода — около 35, вода Черного моря — 17—22, Балтийского — 8—16, Каспийского — 11—13. Наибольшая концентрация солей наблюдается в некоторых соляных надземных и подземных водах — 300—600 г/кг. *Вода подземных и минеральных источников* характерна содержанием соединений железа, серы, сернистого магния.

Питьевая вода характеризуется свойствами, предусмотренными санитарно-гигиеническими требованиями. Хорошо отфильтрованная речная вода обеззараживается хлором, хлорной известью, гипохлоратами, хлорамином, двуокисью хлора и другими и содержит остаточный хлор в количестве 0,3—0,5 мг/л. *Артезианскую и грунтовую воду* обеззараживают озонированием или УФ облучением с длиной волны, губительно действующей на микроорганизмы.

Техническая вода предназначена для промышленных и технических целей. В зависимости от требований производится

водоподготовка — определенное очищение для различных технологических процессов.

Лабораторная вода характеризуется степенью очистки и подразделяется на дистиллированную, бидистиллированную и деминерализованную. *Дистиллированную воду* получают в дистилляторах однократной перегонкой, *бидистиллированную* — двойной перегонкой. *Деминерализованная вода* характеризуется высшей степенью очистки, получение которой основано на использовании ионнообменных смол. Водопроводная (или любая очищенная и прокипяченная) вода пропускается через колонку, содержащую ионно-обменные смолы (катионит + анионит), удаляющие практически все катионы и анионы солей с образованием воды при удельном сопротивлении 20—24 МОм · см.

Химические свойства воды определяют посредством красной и синей лакмусовой бумажки. Ее покраснение указывает на кислотный характер воды и растворимые в такой воде щелочи будут нейтрализоваться. Синий цвет бумажки указывает на щелочность и растворимые в воде кислоты и кислые соли также будут нейтрализоваться. При определении на вкус соленость указывает на присутствие поваренной соли и щелочных веществ, сладковатый вкус — гипса, горьковатый — солей магния, вяжущий — солей железа.

Очистка воды в различных индивидуальных условиях обязательна. Если испытания показали пригодность воды, следует ее профильтровать, прокипятить 10—20 мин, а затем снова отфильтровать. Этими мерами из воды удаляют растворенные газы, уменьшают жесткость и обезвреживают бактерии, способные с течением времени испортить желатину фотослоя. Сильно загрязненную воду отстаивают, сливают, а мутность устраняют коагулированием — разбавлением в воде 1—2 г/л алюмокалиевых квасцов. Взвешенные в воде частицы и муть связываются с выпадающим на дно студенистым осадком. Воду затем сливают, фильтруют и кипятят. В городских условиях питьевую водопроводную воду следует кипятить для частичного удаления солей и кислорода, окисляющего проявители при длительном хранении.

187. Водородный показатель pH обозначает концентрацию водородных катионов, характеризует степень кислотности и косвенно — степень щелочности. Чистая вода нейтральна. Она диссоциирует очень слабо с образованием равных количеств катионов водорода H^+ и анионов гидроксидов OH^- : $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$. Концентрация катионов водорода в воде и нейтральных водных растворах при нормальной температуре равна 10^{-7} г · иона/л, концентрация гидроксильных анионов также равна 10^{-7} г · иона/л, а произведение этих величин $10^{-7} \cdot 10^{-7} = 10^{-14}$. Равенство концентраций обеих групп ионов показывает нейтральность воды и водных растворов.

При растворении в воде кислот или оснований ионное произведение также равно 10^{-14} , но величины концентраций катионов и анионов становятся неравными. К примеру, если введение в воду щелочи определило концентрацию водородных ионов 10^{-10} г · иона/л, то, согласно постоянной ионного произведения 10^{-14} , концентрация ионов гидроксидов равна разности их показателей степени: $10^{-14} : 10^{-10} = 10^{-4}$ г · иона/л. Однако обозначать концентрацию катионов H^+ или анионов OH^- числом 10, возведенным в отрицательную степень, громоздко и неудобно.

Поэтому принято характеризовать состояние водного раствора степенью кислотности посредством отрицательного десятичного логарифма концентрации водородных ионов H^+ и обозначать его символом pH : $pH = -\lg H^+$. Это число является показателем степени концентрации водородных ионов, взятым без знака минус. Для чистой воды $pH=7$, поскольку $7 = -\lg 10^{-7} \text{ г} \cdot \text{иона/л}$.

При известном pH концентрацию щелочности раствора определяют простым вычитанием величины pH из степени постоянной ионного произведения, равной 14. Например, pH раствора равно 12, тогда щелочность определяют разностью $14-12 = 2$, т. е. раствор имеет концентрацию ионов OH^- , равную $10^{-2} \text{ г} \cdot \text{иона/л}$.

$pH = 7$ обозначает равенство концентраций $H^+ = OH^- = 10^{-7} \text{ г} \cdot \text{иона/л}$ и характеризует нейтральность раствора;

$pH < 7$ обозначает концентрацию H^+ выше OH^- , т. е. более $10^{-7} \text{ г} \cdot \text{иона/л}$ и характеризует кислотность раствора;

$pH > 7$ обозначает концентрацию H^+ ниже OH^- , т. е. менее $10^{-7} \text{ г} \cdot \text{иона/л}$ и характеризует щелочность раствора.

Водородный показатель pH



Рис. 81. Графическое выражение степени диссоциации водных растворов для наглядного определения величины pH

Наглядно качественная степень диссоциации водных растворов показана на рис. 81. Величина pH проявителя измеряется с относительно высокой точностью специальными приборами: pH -метром или потенциометром. С меньшей точностью, до нескольких десятых единицы, измерения можно проводить химическими индикаторами: лакмусом, метилоранжем и фенолфталеином, изменяющими свой цвет в строго определенных пределах щелочности или кислотности. Химические индикаторы для определения pH растворов, как правило, являются органическими кислотами или основаниями, молекулы и ионы которых отличаются между собой по цвету. Цвет индикатора в растворе зависит от степени диссоциации, т. е. от величины pH .

Метилоранж измеряет pH в пределах 3,1—4,4. При $pH \leq 3,1$ раствор окрашивается в розовый цвет, при $pH \geq 4,4$ — в желтый. Нейтральный водный раствор метилоранжа имеет оранжевый цвет. На практике применяют 0,1 %-ный раствор.

Лакмус измеряет pH в пределах 5—8. При $pH = 5$ раствор окрашивается в красный цвет, при $pH = 8$ — в синий. Нейтральный водный раствор лакмуса имеет фиолетовый цвет. На практике применяют лакмусовые бумажки.

Фенолфталеин измеряет pH в пределах 8,3—10. При $pH \leq 8,3$ раствор бесцветен, при $pH \geq 10$ — становится красно-фиолетовым. На практике применяют 1—2 %-ный раствор или фенолфталеиновые бумажки.

pH раствора определяют разнообразным количеством химических индикаторов. Так, например, если раствор в присутст-

вин фенолфталеин бесцветен, лакмус окрасивает его в красный, а метилоранж — в желтый цвет, то величина рН находится в пределах 4,5—5.

188. Растворимость фотохимикатов — это способность веществ образовывать с другими веществами (растворителями) однородные системы — растворы, характеризующиеся молекулярной смесью, однородной по своим свойствам. Растворимость обозначает степень насыщенности раствора, определяемую наибольшим количеством вещества в граммах, которое может раствориться в 100 граммах (не миллилитрах!) раствора при определенной температуре. Состояние вещества в растворе в каком-либо количестве называется концентрацией раствора. Растворы различают концентрированные, насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные. В воде не все вещества растворяются в одинаковой степени, многие растворяются в настолько малых количествах, что считаются практически нерастворимыми.

Концентрированный раствор содержит растворенное вещество в количестве, близком к насыщению. Насыщенный раствор содержит вещество в концентрации, превышение которой ведет к выпадению его в осадок или к образованию кристаллов. В пересыщенном растворе вещество легко выпадает в осадок, находится в осадке или кристаллизуется. Ненасыщенный раствор допускает растворение добавочного количества вещества вплоть до насыщения.

Растворимость проявляющих веществ в 100 г воды при 15 °С

Амидол, г	30	Парааминофенол, г	36
Гидрохинон, г	5,8	Пирогаллол, г	56
Глицин, г	0,23	Эйконоген, г	7,8
Метол, г	4,8		

Растворимость различных фотохимикатов в воде, г/100 г раствора

Фотохимикат	Температура, °С					
	10	20	30	40	50	60
Алюминий сернокислый	25,1	26,7	28,8	31,4	34,3	37,2
Аммоний бромистый	40,5	43,3	45,4	47,7	49,8	51,9
Аммоний роданистый	59,0	63,0	66,5	70,1	74,0	77,6
Аммоний хлористый	24,9	27,1	29,3	31,4	33,5	35,6
Борная кислота	3,5	4,8	6,3	8,0	10,4	12,9
Гидразин сернокислый	42,1	43,0	43,8	44,8	45,8	46,6
Железо хлорное	45,0	47,9	51,6	—	—	—
Калий бромистый	37,3	39,5	41,4	43,0	44,5	46,1
» двуххромовокислый	6,5	10,7	16,7	21,2	26,9	31,9
» железосинеродистый	38,6	46,0	53,3	59,4	65,0	70,7
» йодистый	57,7	59,1	60,5	61,7	62,8	63,8
» марганцовокислый	4,1	6,1	8,3	11,2	14,4	20,0
» углекислый	51,9	52,5	53,2	53,9	54,8	55,9
» фосфорнокислый						
однозамещенный	15,5	18,4	21,9	25,1	29,0	33,4
Квасцы алюмокалиевые	3,8	5,6	7,7	10,5	14,5	19,8
Лимонная кислота	54,2	59,4	64,7	68,3	70,9	73,5
Медь сернокислая	14,8	17,2	20,0	22,5	25,0	28,5
Натрий бромистый	46,0	47,6	49,5	51,4	53,7	54,1

Натрий сернистый	13,4	15,8	18,4	22,2	—	—
» сернистокислый	8,3	16,3	29,0	—	—	—
» сернистокислый бв.	—	—	—	27,2	25,7	24,5
» сернистокислый кр.	16,0	20,9	25,7	—	—	—
» серноватистокислый	37,4	41,2	—	—	—	—
» тетраборнокислый	1,6	2,5	3,7	6,2	9,4	16,0
» углекислый бв.	—	—	—	33,2	32,2	31,7
» углекислый кр.	11,1	17,7	28,4	—	—	—
» фосфорнокислый	—	—	—	—	—	—
однозамещенный	41,5	46,6	51,0	56,4	—	—
Натрий хлористый	26,3	26,4	26,5	26,7	26,8	27,0
Свинец азотнокислый	31,6	35,2	38,1	41,9	45,0	47,8
Серебро азотнокислое	63,3	69,5	74,0	77,0	80,2	82,5

189. Расчет концентрации веществ в растворе. На практике концентрацию растворов выражают в процентах по объему — для составления малых количеств растворов в миллилитрах, и в процентах по массе — для растворов больших количеств в килограммах.

Концентрация в процентах по массе раствора выражается числом грамм безводного вещества, растворенного в граммах воды. Расчет ведут по формулам

$$X_{\text{бв}} = \frac{K, \% \cdot A, \text{ г}}{100\%}, \text{ г и } B = A - X,$$

где $X_{\text{бв}}$ — масса безводного вещества, взятого для растворения;

K — требуемая концентрация вещества в растворе, %;

A — заданная масса раствора, г;

B — масса воды, г (мл).

Пример. Требуется составить 1 кг (а не 1 л) 10 %-ного раствора бромистого калия. По формуле считаем

$$X_{\text{бв}} = \frac{10 \% \cdot 1000 \text{ г}}{100 \%} = 100 \text{ г бромистого калия.}$$

Для составления 1000 г раствора надо брать воды

$$B = 1000 \text{ г} - 100 \text{ г} = 900 \text{ г (или 900 мл).}$$

При этом объем 100 г бромистого калия при его удельной массе 2,7 г/см³ составит

$$100 : 2,7 = 37 \text{ см}^3 \text{ (или 37 мл).}$$

Общая масса раствора бромистого калия 10 %-ной концентрации будет равна: $100 + 900 = 1000 \text{ г}$, а его объем: $900 + 37 = 937 \text{ мл}$.

Измерение количества вещества в 10 %-ном растворе производят взвешиванием. В любом количестве взвешенного раствора этой концентрации содержится вещества в 10 раз меньше. Так, например, в нашем расчете в 20 г раствора содержится 2 г, а в 180 мл — 18 г бромистого калия, или для требуемого количества вещества берут раствор по объему численно в 10 раз больше.

Удельные массы фотохимикатов

Вещество	Масса, г/см ³	Вещество	Масса, г/см
Аммиак 35 %-ный	0,88	Квасцы хромовые	1,15
» 30 %-ный	0,90	Кислота лимонная	2,50
» 25 %-ный	0,91	Кислота уксусная (20 °С)	1,08
» 20 %-ный	0,92	Натр едкий	2—2,13
» 15 %-ный	0,94	Натрий сернистоокислый	
» 10 %-ный	0,96	кристаллический	1,56
Аммоний хлористый	1,52	Тиосульфат натрия кр.	1,73
Вода	1,00	Натрий тетраборнокислый	
Калий бромистый	2,69	безводный	2,37
Калий двуххромоокислый	2,70	5-водный	1,815
Кали едкое	2,04	10-водный	1,70
Калий железосинеродис- тый	1,845	Натрий углекислый бв.	2,50
Калий марганцовокислый	2,71	Свинец азотнокислый	2,41
Калий углекислый	2,29	Серебро азотнокислое	4,32
Квасцы алюмокалиевые	1,50	Серебро бромистое	5,86
		Уранил азотнокислый	2,81

Концентрация в процентах по объему раствора выражается в количестве грамм вещества, растворенного в миллилитрах раствора. Вещество растворяют в некотором объеме воды (60 — 80 % от объема будущего раствора) и дополняют водой до заданного объема.

Пример. Требуется составить 10 %-ный раствор бромистого калия в объеме 1 л (1000 мл) воды. Рассчитывают количество бромистого калия: 10 % от 1000 мл составит $1000 : 10 = 100$ — величина 100 выражается в граммах бромистого калия, который растворяют в 800 мл воды и полученный раствор дополняют водой до объема 1000 мл (1 л).

Количество вещества X_r в полученном 10 %-ном растворе определяют по формуле

$$X_r = \frac{K, \% \cdot A, \text{мл}}{100},$$

где K — заданное содержание вещества в растворе, %; A — количество взятого раствора, мл.

Например, в 12 мл данного 10 %-ного раствора содержится бромистого калия

$$X = \frac{10 \cdot 12}{100} = \frac{120}{100} = 1,2 \text{ г.}$$

Если необходимо знать объем раствора для требуемого количества вещества в граммах, то расчет ведут по формуле

$$X = \frac{A \cdot 100}{10, \%} \text{ мл,}$$

где X — неизвестный объем 10 %-ного раствора вещества, мл; A — требуемое вещество, г.

Например, сколько надо взять раствора, чтобы в нем содержалось 2 г бромистого калия? Рассчитывают по формуле

$$X = \frac{2 \cdot 100}{10} = \frac{200}{10} = 20 \text{ мл.}$$

190. Мытье фотографической лабораторной посуды. В зависимости от свойств вещества, бывшего в посуде, применяют различные способы мытья, в числе которых могут быть сильные окислители и восстановители. При выборе способов мытья руководствуются следующим:

знают свойство загрязняющего вещества и используют его растворимость различными растворителями (холодной или горячей водой, растворами щелочей, кислот или солей);

используют вещества с поверхностно-активными моющими свойствами (мыло, стиральные порошки и прочее);

применяют при необходимости механическую чистку с помощью ершей, щеток, мелких клочков бумаги или ваты;

используют для мытья дешевые материалы;

соблюдают правила безопасности при химических работах;

перед применением ниже приведенных способов посуду моют горячей водой.

Мытье механическими средствами проводят в случаях, когда вода не отмывает смолистые, жировые и другие вещества. При мойке ершами и щетками употребляют мелкие клочки газетной бумаги, хорошо удаляющей загрязненные налеты со стенок стеклянных сосудов. Вымытый сосуд считается чистым, если на его стенках не образуются капли, а стекающая вода оставляет равномерный пленочный след. Мыть стеклянную посуду песком вследствие образующихся царапин нельзя, так как при нагревании сосуд может дать трещину на месте царапин и лопнуть.

Мытье органическими растворителями применяют для удаления смолистых и других органических веществ, не растворимых водой. К ним относятся ацетон, спирт, петролейный эфир, бензин, скипидар, четыреххлористый углерод и др. Они огнеопасны и требуют специальных мер предосторожности.

Мытье общепотребительными средствами применяют наиболее часто. К ним относятся мыло, стиральный порошок, сода, тринитрофосфат. Эффективно добавление кусочков мягкой бумаги, хорошо удаляющих загрязнение со стенок сосуда. Далее следует тщательная промывка горячей водой.

Мытье хромовой смесью применяют в случаях, когда обычными и более простыми способами посуда не отмывается. Хромовая смесь: вода — 1 л, калий двуххромовокислый — 50 г, серная кислота (пл. 1,84) — 10 мл. Перед мытьем хромовую смесь подогревают на бане до 40—50 °С. Признак непригодности — темнозеленый цвет. Смесь не применяют при загрязнении посуды парафином, воском, керосином и др. Более энергично действует раствор двуххромовокислого калия в концентрированной азотной кислоте: калий двуххромовокислый — 200 г, азотная кислота — 1 л.

Мытье марганцовокислым калием — сильным окислителем. В его 4 %-ный раствор осторожно вливают концентрированную серную кислоту до повышения температуры 50—60 °С, при которой загрязняющие вещества быстро окисляются. Раствором обмывают только стеклянную посуду в последующей промывке горячей водой.

Мытье смесью соляной кислоты с перекисью водорода — энергичным окислителем более удобно, чем хромовой смесью. Соляная кислота (6 %-ный раствор) — 500 мл,

перекись водорода (5 %-ный раствор) — 500 мл. Раствор эффективно моет в подогретом состоянии. Соляную кислоту можно заменить уксусной.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ФОТОГРАФИИ

191. Меры безопасности при работе с растворами. Наибольшее соприкосновение с токсичными веществами происходит при работе с проявителями и растворами кислот. К наиболее токсичным проявляющим веществам, вызывающим дерматит и экзему, относятся метол, парафенилендиамин и его производные — ЦПВ. При работе с ними и другими веществами и растворами необходимо пользоваться пинцетами, зажимами или работать в резиновых перчатках, особенно в случаях обработки больших площадей цветных фотобумаг или при работе с растворами кислот.

Предохранительным средством при работе с проявителями является 0,2 %-ный раствор соляной кислоты (2 мл на 1 л воды). Перед работой и в случае попадания на руки проявителя или проявляющего вещества следует этим раствором промыть руки.

Защитными средствами против воспаления кожи рук служат специальные пасты и мази, образующие тонкую, но достаточно прочную пленку, не растворимую водой и защищающую кожу от воздействия водных растворов солей, щелочей и кислот. К таким мазям относятся косметические кремы Силиконовой и Защитный. Они легко смываются ацетоном или смесью эфира и спирта.

При воспалении кожи и появлении волдырей от действия проявителя применяют (3—5 раз в сутки) ихтиоловую мазь следующего состава:

Ихтиол, г	5	Борная кислота, г	20
Ланолин, г	10	Вазелин, г	15

Перед работой с цветными проявителями рекомендуется смазывать руки защитной мазью следующего состава:

Парафин, г	30
Масло вазелиновое, г	50
Тальк, г	20

Кроме того, в качестве лечебного средства применяют мази Преднизолон и Календула, дающие хорошие результаты.

При работе с проявителями в большинстве случаев загрязняются пальцы рук и одежда. Смоченные пальцы ополаскивают водой, погружают в фиксаж и хорошо промывают водой. Одежду прополаскивают теплой водой. Пальцы, прочно окрашенные в коричневый цвет, обрабатывают крепким раствором марганцовокислого калия и 5 %-ным раствором метабисульфита калия и промывают водой. Окрашенные пальцы можно обработать в растворе марганцовокислого калия (15 г/л) с 10 %-ной серной кислотой (50 мл/л) с последующей промывкой и погружением в свежий кислый закрепитель. Более эффективен раствор в подогретом состоянии.

Следы промывтеля на одежде удаляют смачиванием 5 %-ным раствором бисульфита натрия с последующей промывкой. Пятна от тиосульфата натрия удаляют тщательной промывкой теплой водой.

Для предупреждения обезжиривания и растрескивания кожи рекомендуется 2—3 раза в день мыть руки глицериновым мылом или смазывать их на ночь глицерином с небольшой добавкой аммиака. Можно смазывать руки мазью из равных количеств вазелина и ланолина.

192. Меры безопасности при работе с кислотами, щелочами и огнеопасными веществами. По быстроте действия кислоты располагаются в следующей последовательности, начиная с самых сильных: смесь азотной и соляной кислот (царская водка), азотная кислота, серная, плавиковая, соляная, уксусная, молочная, щавелевая и др.

При работе с кислотами химические ожоги являются следствием разбрызгивания при неправильном растворении кислот. Нельзя вливать воду в кислоту, быстро смешивать большое количество кислоты и воды, так как температура смеси поднимается выше 100 °С, а вода мгновенно превращается в пар, увлекающий за собой капли горячей кислоты. При ожоге кислотами особенно страдают глаза. Наиболее опасны ожоги хромовой смесью. Дымящиеся кислоты — азотная, соляная, олеум — содержат газы, легко растворимые в воде. При их вдыхании сильно раздражаются слизистые оболочки дыхательных путей. При разбавлении кислот необходимо медленно порциями вливать кислоту в холодную воду. Теплая и горячая вода недопустима.

Разводить кислоты в толстостенных стеклянных сосудах нельзя, так как при сильном повышении температуры растворения возможен раскол стекла. Лучшей посудой для разбавления является фарфоровая. Необходимо банки, склянки и бутылки с кислотами брать рукой за корпус, подставляя под дно палец или поддерживая второй рукой.

При попадании кислот на одежду ткань, высыхая, превращается в порошок. Своевременная обильная промывка водой, а затем нейтрализация 2—3 %-ным раствором соды места, на которое попала кислота, полностью устраняет опасность разрушения. Кислоты разрушают ткани из искусственного волокна: капрона, вискозы, а также из хлопка и льна и не разрушают шерсть и натуральный шелк.

При работе с едкими щелочами КОН и NaOH в виде концентрированных растворов или твердых масс возможны случаи попадания их на тело человека. Кусочки едких щелочей энергично впитывают влагу из воздуха, создавая концентрированные растворы. Под их действием кожа сильно разбухает, становится скользкой, а затем превращается в слизистую массу. Едкие щелочи разрушают шерсть и натуральный шелк и не разрушают ткани из растительных волокон.

193. Меры оказания первой помощи при работе с кислотами, щелочами и при термических ожогах.

Для оказания первой помощи при химических ожогах в помещении должны быть: вата, бинт, 3 %-ный раствор йода, 2 %-ные растворы уксусной и борной кислот, 3—5 %-ный раствор питьевой соды (двууглекислого натрия), этиловый спирт и лейкопластырь. При воздействии кислоты пораженное место обильно промывают водой, затем обмывают 5 %-ным раствором питьевой соды (1 чайная ложка на 1 стакан

воды) и накладывают примочку из того же раствора. При *воздействии едкой щелочи* пораженное место промывают водой (до пропадания скользкости), а затем обмывают 2 %-ным раствором борной или уксусной кислоты и накладывают примочку из того же раствора. При *попадании в глаза* кислоты или едкой щелочи их немедленно промывают водой при широко раздвинутых веках и обрабатывают ватным тампоном, смоченным в растворе пищевой соды (1/4 чайной ложки на 1 стакан воды).

При *термических ожогах* обожженное место присыпают пищевой содой и делают примочки из 2 %-ного ее раствора или 5 %-ного раствора марганцовокислого калия. Лучшим средством является 96 %-ный этиловый спирт, оказывающий обеззараживающее и обезболивающее действие. Затем пораженное место смазывают жиром (вазелином) и накладывают нетугую повязку. Пузыри прокалывать нельзя, так как они защищают ожог.

194. Меры пожарной безопасности. К огнеопасным веществам, применяемым в фотографии, относятся ацетон, бензин, спирт, эфир и другие, хранить которые необходимо в соответствующей таре, исключающей возможность разбивания и растекания жидкости. В случае растекания больших количеств ее следует засыпать песком и сгрести деревянной (не железной) лопаткой во избежание возникновения искр и загорания. При переливании огнеопасных жидкостей и работе с ними вблизи не должны находиться горящие газовые горелки, включенные электронлитки, нагретые предметы и горящие спички. Курить нельзя.

При загорании веществ, не смешивающихся с водой, тушить следует сухим песком. Нельзя тушить водой бензин, бензол, эфир и им подобные жидкости. В помещении должен быть листовой асбест или войлок для немедленного (но не резкого) закрытия сосуда с горячей жидкостью. Средством для тушения является четыреххлористый углерод, образующий при соприкосновении с огнем тяжелые пары, закрывающие доступ воздуха к месту горения.

195. Спецдежда при фотоработах. При работе с растворами и фотохимикатами на рабочем месте должны быть резиновые хирургические перчатки, защитный фартук из полимерного материала или прорезиненной ткани, марлевая повязка для защиты дыхания и защитные очки для работы с пылеобразующими и разбрызгивающими веществами. Хранить спецдежду надо в обособленном месте и часто мыть водой.

РЕГЕНЕРАЦИЯ СЕРЕБРА

196. Общие сведения. При обработке черно-белых фотоматериалов в фиксажах растворяется до 75 % неэкспонированного галогенного серебра, при обработке цветных почти все серебро остается в фиксажных и отбеливающих растворах. Незначительная часть серебра уходит в промывную воду. Кроме того, некоторая часть галогенированного и металлического серебра содержится в отходах необработанных и обработанных фотокиноматериалов. Серебро отходов и растворов подлежит сдаче в местные цеха заводов вторичных драгоценных металлов (ВДМ) в виде отработанных фиксажей, отбеливателей и отходов фотоматериалов.

Техническая характеристика химических веществ

197. Проявляющие вещества. Амидол (2,4-диаминофенол гидрохлорид; 2,4-диамино-1-фенолхлоргидрат; хлоргидрат диаминофенола; А-140). $(\text{NH}_2)_2\text{C}_6\text{H}_3\text{OH} \cdot 2\text{HCl}$. Бесцветные иглы или белый кристаллический порошок, легкорастворимый в воде, трудно — в спирте и эфире. Водный раствор имеет кислую реакцию. Темнеет от времени, не теряя своих свойств. *Токсичен*. Выпускается квалификации Ч. Хранение герметичное.

Амидол является наиболее энергичным проявляющим веществом в черно-белой фотографии. Начинает проявлять при $\text{pH} = 4$. Быстро проявляет без щелочи в нейтральном или даже слабокислом растворе в присутствии только сульфита натрия. Может работать в слабощелочном растворе. Амидоловые проявители чувствительны к бромистому калию и температуре (18°C — оптимальная величина). Растворы амидола быстро портятся, их хранят не более 5 ч в сосуде, наполненном до пробки.

При работе с амидолом рекомендуется смазывать руки составом: камфорный спирт — 30 мл, глицерин — 30 мл, карболовая кислота — 20 капель.

Ас-60 — условное название нового цветного проявляющего вещества фирмы Агфа-Геверт (N-бутил-N-ω-сульфобутил-парафенилендиамин; LA-196). Применяется вместо ЦПВ-2 для обработки цветных фотобумаг и дает лучшие результаты. Окисленные формы Ас-60 обладают меньшей подвижностью, в меньшей степени диффундируют в соседние слои и поэтому в них меньше возникает паразитных цветных изображений.

Бренцкатехин. См. пирокатехин.

Бромгидрохинон (адурол-бром, адурол Шеринга, монобром-гидрохинон). $\text{BrC}_6\text{H}_3(\text{OH})_2$ или $1,2,4\text{-C}_6\text{H}_3(\text{OH})_2\text{Br}$. Шелковистые блестящие листочки, легкорастворимые в воде, спирте и эфире. Применяется в качестве энергичного проявляющего вещества, менее энергичен чем амидол, энергичнее хлоргидрохинона и гидрохинона. Выпускается квалификации Ч. Хранение герметичное.

Бромгидрохиноновые проявители хорошо работают без бромистого калия. В больших количествах бромистый калий действует как замедлитель, в малых — осветляюще. Малочувствителен к понижению температуры раствора. Проявляющие растворы постоянны, не бурют и расходуются до полного истощения. Проявление наиболее пригодно для диапозитивов и бумаг, при обработке дает сине-черные тона.

Гидрохинон (парадиоксибензол, Н-142). $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$. Белый или серовато-белый кристаллический порошок, растворимый в воде, хорошо растворимый в горячей воде, спирте и эфире. Водные растворы быстро окисляются. *Токсичен*: может вызвать заболевание глаз — конъюнктивит и повреждение роговицы, а при воздействии на кожу — дерматит. *Характерная реакция*: при воздействии азотной кислоты раствор гидрохинона окрашивается в темнокрасный цвет, переходящий в желтый. ГОСТ 19627—74.

Содержание фотохимиката	Высший сорт Белый или серовато-белый	Первый сорт Белый с желтова- тым оттенком
Основное вещество		
$C_8H_4(OH)_2$, %	99,5	99
Цветность раствора по би- хроматной шкале, D	12	20
Температура плавления, $^{\circ}C$	171—175	170—175
Потери при высушивании, %	0,1	0,1

Гидрохинон может содержать посторонние примеси в виде черных точек, количество и величина которых при хранении увеличивается. Черные точки в воде не растворяются и в растворе не активны, удаляются из раствора фильтрованием. Большое количество этих точек, возникающих при длительном хранении в неправильных условиях, исключает применение гидрохинона.

Гидрохинон без добавления другого проявляющего вещества применяется только для работ, где требуется получение больших оптических плотностей изображения (репродукция, фотомеханические процессы в полиграфии) или, в зависимости от концентрации, для получения коричневой окраски изображения на бромосеребряных фотобумагах.

Гидрохинон работает медленно, но сильно. Индукционный период относительно велик, но после него прирост оптических плотностей происходит быстро с получением относительно высокой гаммы. Скорость проявления гидрохиноном зависит от количества щелочи: со слабыми щелочами, такими как бура, гидрохинон почти не проявляет, с углекислыми щелочами работает медленно, а с едкими быстро, контрастно и с сильным вуалированием изображения. Оптимальный pH раствора от 9 до 10. Сопrotивляемость бромидам при этом мала. При $pH > 10$ вуаль сильно снижается при большой концентрации бромистого калия, что характерно, если проявитель не содержит других веществ.

Гидрохиноновые проявители чувствительны к понижению температуры раствора. При $19^{\circ}C$ гидрохинон работает нормально. Лучшей температурой для работы считается $18^{\circ}C$. При $20^{\circ}C$ появляется склонность к вуалированию и окислению, при $10^{\circ}C$ гидрохинон почти не проявляет, при $5^{\circ}C$ не проявляет совсем. При проявлении гидрохиноном образуется хинон, переходящий в оксигидрохинон, обладающий вуалирующим действием. Если в проявитель введен метол или метилфенидон, то сильно вуалирующее действие гидрохинона не наблюдается. Наиболее распространен гидрохинон в сочетании с метолом и метилфенидоном.

Глицин (параоксифениламиноуксусная кислота, параоксифенилглицин, N-(*n*-оксифенил)-глицин, кодуrol, мазанол). $NO_2C_6H_4NHCH_2COOH$. Мелкие белые с буроватым оттенком кристаллы в виде листочков, напоминающих слюду, или слегка окрашенный порошок, не растворимый в эфире, труднорастворимый в воде и спирте, хорошо растворимый в сульфите натрия, щелочи и кислотах. Характерная реакция: при действии раствора азотнокислого молибдена на глициновый проявитель с содой происходит окрашивание в синий цвет. Выпускается под названием «Глицин-фото» квалификации Ч. Хранение герметичное: теряет проявляющую способность от действия кислорода воздуха, особенно на свету.

Глицин — медленный проявитель, хорошо прорабатывающий детали. Начинает проявлять при $pH = 9$. В отличие от других проявляющих веществ глицин в проявителе мало окисляется кислородом воздуха, не окрашивает изображение, хорошо хранится в растворах и пригоден для продолжительного использования. Применяется в основном в сочетании с парафенилендиаминном или метолом для мелкозернистого выравнивающего проявления негативов, а также в сочетании с гидрохиноном для получения теплых тонов изображения на хлоро- и бромосеребряных фотобумагах.

Глициновые проявители чувствительны к концентрации бромистого калия, колебаниям температуры раствора, разведению водой и присутствию тиосульфата натрия. Оптимальная температура раствора $17-18^\circ C$, максимальная $25^\circ C$ (при недодержках негатива). С содой и поташом глицин работает медленно, с едкими щелочами — быстро. Обычно применяется с углекислыми щелочами, мало вуалирует даже при отсутствии бромистого калия.

Диэтилпарафенилендиаминсульфат. См. ЦПВ-1.

Метилфенидон — производное фенидона (1-фенил-4-метилпиразолидон-3; фенидон-В). Мелкий порошок белого или с кремовым оттенком цвета, плохо растворимый в горячей воде, лучше в растворах соды и поташа и хорошо в спирте и ацетоне (0,1 г на 10 мл). Относительно фенидона более устойчив к щелочи и обладает лучшей сохраняемостью и активностью.

Метилфенидон — малоактивное, дающее значительную вуаль проявляющее вещество. Применяется в сочетании с гидрохиноном, амидолом и глицином (являясь заменителем метола, но не в равноценных количествах), с которыми дает малую вуаль. Обладает большой сопротивляемостью к бромидам, накапливающимся в проявителе в процессе обработки, и сохраняет свои свойства даже при большой (1,5—2 г/л) их концентрации. Проявляет с малым индукционным периодом. При низких значениях pH устойчив к окислению кислородом, при высоких — быстро реагирует с ним. Окисленная форма метилфенидона не реагирует с сульфитом натрия, но восстанавливается гидрохиноном или амидолом, поэтому один метилфенидон проявляет очень слабо со значительным вуалированием. *Проявляющие растворы* с метилфенидоном в супераддитивной смеси медленно истощаются и характеризуются постоянством свойств и равномерностью проявления. Проявители плохо сохраняются при температурах выше $20^\circ C$. Остальные свойства аналогичны фенидону.

Метол (параметиламинофенолсульфат; монометилпарааминофенола сернокислая соль; N-метилпарааминофенолсульфат; М-143; монол, элон, метатил и др.). $C_{14}H_{18}O_2N_2H_2SO_4$. Белые или слегка сероватые мелкие пушистые рассыпчатые кристаллы, легко растворимые в воде, трудно в спирте и не растворимые в эфире. **Характерная реакция:** при воздействии азотной кислоты раствор метола окрашивается в красный цвет, а при воздействии железосинеродистым калием — желтый. Хранение герметичное. Широко распространен в сочетании с гидрохиноном. Срок хранения 1,5 г. ГОСТ 25664—83.

Основное вещество $C_{14}H_{18}O_2N_2H_2SO_4$, %	99,5
Оптическая плотность водного раствора, D	0,08
Массовая доля воды и летучих веществ, %	0,25
Массовая доля золы, %	0,1

Метол проявляет относительно быстро и дает мягкое изображение, хорошо проработанное в тенях с небольшими плотностями в светах. При проявлении изображение появляется быстро, по всей площади фотослоя, затем плотность и контраст возрастают относительно медленно. Вуалирует значительно. Индукционный период мал. Теряет проявляющую способность от кислорода воздуха, особенно в растворе и на свету. С применением углекислых щелочей проявляет энергично, но может проявлять и без щелочи, используя щелочность сульфита натрия в растворе проявителя. Хорошо проявляет с бурой. Щелочность сульфита позволяет использовать метол для выравнивающего мелкозернистого проявления. Сульфит для этого надо применять квалификации Ч, ЧДА или ХЧ. Чем он чище (ХЧ), тем сильнее проявляется выравнивающее действие. Наибольшее распространение метол получил в сочетании с гидрохиноном, дающим хорошую проработку в тенях и светах с оптимальной средней плотностью и контрастностью.

Метоловые проявители чувствительны к понижению температуры раствора, разбавлению водой и концентрации бромистого калия со значительным удлинением обработки. При приготовлении проявляющих растворов метол следует растворять раньше сульфита натрия, в противном случае раствор портится с образованием хлопьевидного осадка. Однако перед растворением метола с целью предотвращения быстрого окисления необходимо растворить щепотку сульфита натрия. После обработки проявители с метолом быстро окисляются (буреют). Без доступа воздуха проявители после приготовления с наполнением сосуда до пробки сохраняются в темноте до 3 мес. После этого срока проявители пригодны для однократного применения.

Метохинон — продукт соединения одной молекулы гидрохинона с двумя молекулами метилпарааминофенола (основания метола). $2C_6H_4OHNHCH_3 + C_6H_4(OH)_2$. Белый порошок, хорошо растворимый в растворе щелочи, плохо растворимый в горячей воде и очень мало растворим в холодной. Применяется в специальных проявителях.

Парааминофенол (основание). $C_6H_4OHNH_2$. Вследствие энергичного окисления кислородом воздуха в фотографии применяется мало. Для проявления применяют соли парааминофенола — соляно- и сернокислую.

Парааминофенол солянокислый (парааминофенол хлоргидрат, п-аминофенол хлоргидрат, солянокислая соль парааминофенола). $C_6H_4OHNH_2 \cdot HCl$. Бесцветные или светло-коричневые игольчатые кристаллы, хорошо растворимые в воде. **Токсичен.** Применяется в качестве маловуалирующего проявляющего вещества. Начинает проявлять при $pH = 9,35$. Взаимозаменим в равных количествах с парааминофенолом сериокислым. Выпускается квалификации Ч. Хранение герметичное. Рекомендуется для работы при повышенной температуре обработки вследствие хорошей избирательности при увеличении концентрации противовуалирующего вещества. Для обычной обработки не требует применения бромистого калия. С углекислыми щелочами дает мягкороботающие невуалирующие проявители. Истощаются такие проявители быстро вследствие накопления бромидов.

Парааминофенол солянокислый применяется в концентрированных проявителях с едкой щелочью (Родинал), рабочие растворы которого составляют при разведении водой от 1 : 10 до 1 : 100. Негативы, обработанные в парааминофеноловых прояви-

телях, хорошо выровнены и детализированы с малым уровнем вуалн.

Парааминофенол технический (основание) применяется для производства сернистых красителей, окраски меха и как производное вещество для фармацевтической и кинофотопромышленности. Кристаллический порошок от светло-серого до светло-коричневого цвета с фиолетовым оттенком. Для фармацевтических целей применяется порошок светло-серого или серого цвета. В фотографии не применяется.

Парафенилендиамин (основание). $C_6H_4(NH_2)_2$. В фотографии применяется. Является веществом для производства ЦПВ-1 и ЦПВ-2, а также солянокислой и сернокислой солей.

Парафенилендиамин солянокислый. $C_6H_4(NH_2)_2 \cdot 2HCl$. Белый или розовый кристаллический порошок, хорошо растворимый в воде, плохо в спирте и не растворимый в эфире. *Токсичен.* Хранение герметичное. Применяется в качестве особомелкозернистого проявителя. Мелкое зерно изображения обусловлено растворением галогенного серебра фотослоя и отложением его из раствора проявителя на центры скрытого изображения (явление физического проявления), а также низким восстановительным потенциалом, что в совокупности вызывает неполное проявление засвеченного серебра, требующее увеличения экспозиции при съемке в 2—4 раза. Проявленные парафенилендиамином негативы в проходящем свете черные, в отраженном — кремового цвета, имеют малые визуальные и сравнительно большие копировальные плотности, позволяющие получать хорошие позитивы при печати.

Пирогаллол (триоксибензол; 1,2,3-триоксибензол; пирогалловая кислота). $C_6H_3(OH)_3$. Бесцветные блестящие игольчатые кристаллы, легкоокисляющиеся на воздухе. Растворим в воде, спирте и эфире. *Токсичен:* сильный яд! *Характерная реакция:* при воздействии азотной кислоты раствор пирогаллола окрашивается в темнокрасный цвет. Хранение герметичное в темном месте. Вследствие большой токсичности применяется редко.

Содержание фотохимиката	Ч	ЧДА
Основное вещество $C_6H_3(OH)_3$, %	98,5	99
Остаток после прокаливании (сульфаты), %	0,1	0,05

Пирогаллол применяется для обработки фотоматериалов при повышенной температуре. Начинает проявлять при $pH = 8$. Относится к медленноработающим проявителям, рекомендованным для обработки фотопластинок. Проявляет плотно с хорошей градацией полутонов и коричневым оттенком изображения. Чувствителен к изменению концентрации бромистого калия и температуре раствора. Изображения негатива имеют цвет от желтого до желтовато-черного. Копировальные плотности выше визуальных. Степень их различия зависит от содержания сульфита натрия. При его малом количестве пирогаллол дубит желатину около проявленного (восстановленного) серебра. Этот эффект используется для получения желатинового рельефа в трехцветной печати гидротипного процесса.

Пирогаллол может работать в сочетании с другими проявляющими веществами. С метолом он проявляет с более низким порогом почернения, с амидолом проявляет без щелочи. Пирогаллол оставляет коричневые пятна на коже рук, удаляемые

протиркой кристаллами лимонной кислоты. Растворы пирогал-лола нестойки и быстро окисляются, особенно бывшие в употреблении. Наилучшее применение с углекислыми щелочами, с едкими растворы портятся.

Пирокатехин (бренцкатехин; 1,2-диоксибензол, ортодиоксибензол). $C_6H_4(OH)_2$. Бесцветные или слабоокрашенные игольчатые или в форме листочков кристаллы, темнеющие на воздухе и легкорастворимые в воде, спирте и эфире. Выпускается квалификации Ч. *Характерная реакция*: при воздействии одной капли хлорного железа раствор пирокатехина окрашивается в зеленый цвет, переходящий в красно-фиолетовый при добавлении соды. Хранение герметичное.

Пирокатехин по проявляющим свойствам энергичнее гидрохинона, близок к парааминофенолу и применяется для проявления при повышенной температуре. С углекислыми щелочами дает относительно малую вуаль при длительном проявлении. С едкими щелочами проявляет энергично. Без сульфита натрия дубит желатину (эффект используется в гидротипном процессе). Проявляющие растворы малочувствительны к разбавлению, колебаниям температуры и концентрации бромистого калия. В отличие от других проявляющих веществ может работать в присутствии тиосульфата натрия. Это свойство используется для обработки фотоматериалов одноступенным способом — проявлением с одновременным фиксированием.

CD-3 — цветное проявляющее вещество Кодак (4-амино-3-метил-N-этил-N-β-метансульфаминоэтиланилинсульфат моногидрат). Сероватые мелкие кристаллы, труднорастворимые в воде. По сравнению с ЦПВ-1 обладает меньшей токсичностью. При замене ЦПВ-1 теряется качество изображения.

Фенидон (1-фенилпиразолидон-3; 1-фенил-3-пиразолидон). $C_9H_{10}N_2O$ или $OSHN(CH_2)_2NC_6H_5$. Порошок с кремовым оттенком или бесцветные кристаллы, плохо растворимые в воде, относительно лучше в горячей (50—60 °C) воде, в растворах соды и поташа. Хорошо растворяются в спирте и ацетоне (0,1 г в 10 мл). Разлагается при длительном нахождении в щелочном растворе. Выпускается квалификации Ч. Хранение герметичное в темном месте. Для проявления предпочтительнее производное фенидона — метилфенидон.

Хлоргидрохинон (адурол-хлор, адурол Гауфа, монохлоргидрохинон). $C_6H_3(OH)_2Cl$. Бесцветные иглы или листочки, легкорастворимые в воде, спирте и эфире. Выпускается квалификации Ч. Хранение герметичное. При проявлении работает энергичнее гидрохинона. На практике применим мало.

Хлоргидрохиноновые проявители хорошо работают без бромистого калия, концентрация которого определяет степень замедления процесса проявления. Растворы нечувствительны к понижению температуры, постоянны и хорошо сохраняются. Наилучшее применение — проявление диапозитивов и фотобумаг, дающее при обработке сине-черное изображение.

ЦПВ-1 — цветное проявляющее вещество первое (парааминодиэтиланилинсульфат, диэтилпарафенилендиаминсульфат, п-аминодиэтиланилинсульфат, сернокислая соль парафенилендиамина, Т-СС, Т-22, S-28). $C_{10}H_{16}N_2H_2SO_4$. Мелкокристаллический порошок светло-серого или кремового цвета, хорошо растворимый в воде, трудно в спирте, не растворим в эфире и бензоле. *Токсичен*: сильный яд, способный вызвать экзему, действует на печень и центральную нервную систему. Применяется для об-

обработки цветных негативных, позитивных и обращаемых пленок. Хранение герметичное в темном месте. 100 частей ЦПВ-1 равноценны 150 частям ЦПВ-2. ГОСТ 24801—81.

Основное вещество $C_{10}H_{16}N_2H_2SO_4$, %	98
Температура плавления, °C	182—185
Летучие вещества, %	0,2
pH 1 %-ного водного раствора	2,1—2,4

ЦПВ-1 относительно ЦПВ-2 отличается большей химической активностью и дает при проявлении больший выход красителя, выражающийся в цветовой насыщенности изображения. Вследствие большой токсичности ЦПВ-1 применяется для обработки фотокиноплёнок, при которой меньше вероятность соприкосновения рук работающего с раствором (по этой же причине ЦПВ-2 применяется для обработки цветных фотобумаг).

Проявители с ЦПВ-1 легко и быстро окисляются кислородом воздуха. Хранение свежеприготовленного проявителя в сосуде, наполненном под пробку, не должно быть более 12 дней. Бывший в работе раствор портится значительно быстрее. Хранение ЦПВ-1 должно исключать по возможности соприкосновение с кислородом воздуха. Чем темнее вещество, тем меньшей проявляющей активностью оно обладает, и тем большее количество его требуется для сохранения проявляющих свойств.

ЦПВ-2 — цветное проявляющее вещество второе (этилоксиэтилпарафенилендиаминсульфат, Т-32). Мелкий кристаллический порошок от серого до коричневого цвета, легко растворимый в воде, трудно в спирте, не растворимый в эфире и бензоле. **Токсичен:** сильный яд, способный вызвать экзему. Применяется для обработки цветных фотобумаг. Хранение герметичное в темном месте. 100 частей ЦПВ-2 равноценны 66,6 частям ЦПВ-1.

198. Молекулярная масса и растворимость проявляющих веществ в 100 мл воды при различной температуре.

Название вещества	Молекулярная масса, Мг	Растворимость при, °C:		
		15	20	25
Амидол	—	24,9	—	—
Бромгидрохинон	189	13*	—	—
Гидрохинон	110,05	—	6	—
Метол	344,24	4,8	—	5
Парааминофенол (основание)	109,06	—	—	—
Парааминофенол солянокислый	145,53	36	—	—
Парафенилендиамин (основание)	108,08	—	—	—
Парафенилендиамин солянокислый	181	—	—	—
Глицин	167,08	0,23**	—	—
Пирогаллол	126,05	50	—	—
Пирокатехин	110,05	33,3	—	—
Фенидон	165	—	—	—
Хлоргидрохинон	154,5	41***	—	—
ЦПВ-1	262,33	—	—	—

* С предварительно растворенными 5 г сульфата натрия и 5 г соды бромгидрохинона растворяется 19,8 г.

** С предварительно растворенными 5 г сульфата натрия и 5 г соды глицина растворяется 12,8 г.

*** С предварительно растворенными 5 г сульфата натрия и 5 г соды.

Алюминий сернокислый (сульфат алюминия). $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times \text{X} \cdot 18\text{H}_2\text{O}$. Бесцветные кристаллы, пластинки, чешуйки или белый порошок. Является активной частью стабилизирующих растворов и дубящих фиксажей. Снижает набухаемость фотослоя, чем противодействует гидролитическому распаду красителей цветных изображений. 1 часть вещества эквивалентна 1,42 части алюмокалиевых квасцов.

Аммиак водный (нашатырный спирт). NH_4OH . Прозрачная бесцветная жидкость с характерным острым запахом. Токсичен в больших концентрациях. Применяют при вирировании. Входит в состав разрушителей тиосульфата натрия. 25 %-ный раствор применяют для ослабления желтого цвета цветных фотографических изображений. *Характерная реакция:* при воздействии сернокислой меди выпадает осадок синего цвета, растворяющийся в избытке аммиака с окрашиванием раствора в интенсивный синий цвет. Содержание основного вещества NH_4OH для квалификаций: Ч и ЧДА — 25 %, ХЧ — 28 %.

Аммоний двуххромовокислый. $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, (аммоний бихромат). Кристаллы оранжево-красного цвета, растворимые в воде. Применяют для изготовления светочувствительной эмульсии в технической фотографии.

Содержание фотохимиката

	Ч	ЧДА
Основное вещество $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, %	99	99,6
Щелочные металлы в виде сульфатов (SO_4) , %	0,5	0,2

Аммоний надсернокислый (персульфат аммония, пероксисульфат аммония). $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$. Бесцветные или слегка зеленоватые пластинчатые кристаллы. Гигроскопичен, влажное вещество постепенно разлагается, выделяя кислород и озон. В сухом виде сохранность длительная. Водные растворы разлагаются при нормальной температуре и особенно при нагревании.

Содержание фотохимиката

	Ч	ЧДА	ХЧ
Основное вещество $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, %	98	99	99,5
Массовая доля остатка после прокаливания, %	0,1	0,05	0,03
Кислотность в пересчете на H_2SO_4 , %	0,5	0,2	0,1

Аммоний роданистый (роданид аммония, тиоцианат аммония). NH_4CHS . Бесцветные гигроскопичные кристаллы, расплывающиеся на воздухе. При нагревании до 70°C частично переходит в тиомочевину. Растворяется в спирте и воде со значительным поглощением тепла. Концентрированные водные растворы на свету постепенно окрашиваются в красный цвет с образованием другого вещества. Входит в состав проявителей для получения мелкозернистости изображения. Применяют для ускорения процесса фиксирования, а также входит в состав выраж- фиксажей и ослабителей. Содержание основного вещества NH_4CHS для квалификаций: Ч и ЧДА — 98 %, ХЧ — 99 %.

Аммоний тиосульфат (аммоний серноватистокислый). $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$. Бесцветные гигроскопичные кристаллы, хорошо растворимые в воде. Применяется в фиксажах вместо тиосульфата натрия с аналогичным действием. В кристаллах плохо сохраняется, поэтому его обычно получают в виде раствора непосред-

ственно перед применением, смешивая тиосульфат натрия с хлористым аммонием.

Аммоний хлористый (хлорид аммония, нашатырь). NH_4Cl . Бесцветные кристаллы кубической формы, в массе — белого цвета. Применяется в фиксажах в качестве ускоряющего вещества. *Характерная реакция:* при воздействии едких щелочей из раствора хлористого аммония выделяется аммиак, а при воздействии азотнокислого серебра выпадает белый творожистый осадок хлористого серебра, темнеющий на свету. Содержание основного вещества NH_4Cl для квалификаций Ч, ЧДА и ХЧ — 98,5 %.

Бензотриазол (азимидобензол). $\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_2\text{NH}$. Рыхлые волокнистые кристаллы желтоватого цвета, плохо растворимые в холодной воде, хорошо в спирте и бензоле. Выпускается квалификации Ч. Энергичное противовуалирующее вещество. Бромистый калий не заменяет, так как повышает контраст изображения.

Борная кислота (орто-кислота, ортоборная кислота). H_3BO_3 . Слабая трехосновная кислота. Бесцветные блестящие чешуйчатые кристаллы, мелкий кристаллический порошок, плохо растворимый в воде, спирте и хорошо растворимый в глицерине. Токсична при вдыхании пыли. В относительно малых количествах обладает антисептическими свойствами. *Характерная реакция:* спиртовой раствор борной кислоты горит зеленым пламенем. Применяют для увеличения кислотно-основной буферности раствора в проявителях и кислых фиксажах. Содержание основного вещества H_3BO_3 для квалификаций Ч и ЧДА — 99 %, ХЧ — 99,5 %. Для фотографии применима борная кислота, выпускаемая для различных отраслей промышленности марок А, Б, В и Т.

Бура техническая (натрий тетрабориокислый технический). $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Содержит основное вещество в количестве 99,5 %.

Гидразин сернокислый (гидразин сульфат) $\text{H}_2\text{N} - \text{NH}_2 \times \text{X H}_2\text{SO}_4$. Кристаллический порошок белого цвета. Плохо растворим в воде и не растворим в этиловом спирте. *Токсичен. Характерная реакция:* гидразин быстро обесцвечивает подкисленный раствор марганцовокислого калия. Применяют в проявляющих веществах в проявителях, повышающих светочувствительность фотоматериалов, увеличивает зернистость изображения. Вещество содержит 1 % серной кислоты. 100 г сернокислого гидразина равноценны 124 г солянокислого.

Гидразин солянокислый (гидразинхлорид, гидразин дигидрохлорид). $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot 2\text{HCl}$; $\text{N}_2\text{H}_6\text{Cl}_2$ или $\text{H}_2\text{N} - \text{NH}_2 \cdot 2\text{HCl}$. Октаэдрические или игольчатые кристаллы. *Токсичен (ядовит). Характерная реакция* как у гидразина сернокислого. Применение аналогичное. При нагревании вещество разрушается. 100 г солянокислого гидразина равноценны 80,6 г сернокислого.

Содержание фотохимиката	Ч	ЧДА
Основное вещество $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot 2\text{HCl}$, %	98,3	99,2
Свободная соляная кислота HCl , %	0,75	0,3

Гидроксиламин сернокислый (гидроксиламин сульфат, 55 — по ОРВО). $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$. Белые кристаллы, хорошо растворимые.

мые в воде, в водном растворе аммиака и в растворим в этиловом спирте. *Токсичен.* Применяется в цветных проявителях для предохранения ЦПВ от окисления кислородом воздуха. Взаимоваменем в равных количествах с гидроксиламином солянокислым. Предосторожность: сухой гидроксиламин нельзя смешивать с сульфитом натрия во избежание взрывной реакции с выделением сернистого газа.

Содержание фотохимиката	Ч	ЧДА	ХЧ
Основное вещество $(\text{NH}_2\text{OH})_2\text{HSO}_4$, %	96	97	99
Аммоний сернокислый $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, %	0,8	0,3	0,3

Гидроксиламин солянокислый (гидроксиламин гидрохлорид, гидроксиламин хлористый). $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$. Бесцветные кристаллы в виде игл. Сильный восстановитель, окисляется до H_2O . *Токсичен.* Применяют в цветных проявителях. Взаимоваменем в равных количествах с гидроксиламином сернокислым.

Содержание фотохимиката	Ч	ЧДА	ХЧ
Основное вещество $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$, %	96	98	98
Свободная соляная кислота HCl , %	0,3	0,15	0,15
Аммоний хлористый NH_4Cl , %	1	0,3	0,1

Железная соль трилона-Б (мононатриевожелезная соль этилендиаминотетрауксусной кислоты, этилендиамин- N, N, N', N'-тетрауксусной кислоты (III) комплекс двухводный мононатриевая соль). $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{FeN}_2\text{NaO}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Выпускается квалификации Ч.

Железная соль трилона-Б в комбинации с тиосульфатом натрия дает стойкий фиксаж-отбеливатель для цветных фотобумаг. Она окисляет металлическое серебро изображения, а тиосульфат натрия выводит его из слоя. Соль можно изготовить из трилона-Б и соли трехвалентного железа FeCl_3 или $\text{Fe}_2(\text{FSO}_4)_3$. Например, железную соль трилона-Б заменяют тем же количеством по массе трилоном-Б, а хлорного железа $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ добавляют 0,45 массовых частей от трилона-Б.

Железо хлорное (хлорид железа, железо треххлористое, железо (III) хлорид). $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Красно-коричневая влажная на ощупь мягкая кристаллическая масса (ГОСТ 4147—74) или кристаллы фиолетового цвета с темно-зеленым оттенком (ГОСТ 11159—76). Во влажном воздухе быстро расплывается. Очень хорошо растворим в воде, растворим в этиловом спирте, глицерине и диэтиловом эфире. Применяется для отбеливания в цветной и в тонирующих растворах в черно-белой фотографии.

Содержание фотохимиката	ГОСТ 4147—74			ГОСТ 11159—76	
	Ч	ЧДА	ХЧ	1 сорт	2 сорт
Основное вещество $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, %	97	98	99	97	95
Щелочные металлы в виде сульфатов (SO_4) , %	0,5	0,1	0,05	—	—
Железо хлористое, %	—	—	—	1	2
Примеси, не растворимые в воде, %	—	—	—	2	—

Йод. J. Серозато-черные кристаллы с металлическим блеском, пластинки или кусочки легкорастворимые в спирте, эфире и плохо растворимые в воде. При комнатной температуре испаряется с образованием фиолетовых паров. Спиртовой 10 %-ный раствор йода называется йодной tinkтурой. *Характерная реакция:* в присутствии йодистого калия йод окрашивает крахмальный клейстер в синий цвет. Йод применяют в черно-белых усилителях и тонирующих протравных растворах. В количестве до 0,5 г/л добавляют в проявители для подавления серой и желтой вуали на старых черно-белых фотобумагах. Содержание основного вещества J для квалификаций: Ч — 99,5 %, ЧДА — 99,8 %.

Калгон-фото (ОРВО А-901). Смесь гексаметафосфата натрия с пирофосфатом натрия. Применяется в цветных и черно-белых проявителях для связывания ионов кальция и магния («водоумягчения») в случаях применения жесткой воды.

Кали едкое (гидроксид калия, гидрат окиси калия, гидроокись калия). КОН. Белые куски, цилиндрические палочки или гранулы чечевицеобразной формы. Гигроскопичен. Легкорастворим в воде с выделением большого количества тепла. На воздухе быстро поглощает углекислый газ и воду. *Токсичен.* Применяется в цветных виражах, проявителях и растворах для определения следов тиосульфата натрия в промывной воде, а также для удаления желатинизации со стеклянных пластинок.

При составлении растворов кали едкое следует растворять в малом количестве воды, а затем тонкой струйкой вливать в общий раствор при помешивании.

Содержание фотохимиката	Ч	ЧДА	ХЧ
Основное вещество КОН, %	80	83	85
Калий углекислый K_2CO_3 (поташ), %	3	2	1

Калий бромистый (бромид калия). КВг. Блестящие бесцветные кристаллы, в общей массе белого цвета. Хорошо растворим в воде с получением нейтральной реакции и малорастворим в этиловом спирте. *Характерная реакция:* при воздействии азотнокислого серебра в растворе бромистого калия выпадает желтоватый осадок бромистого серебра, темнеющий на свету. Применяется в качестве противвуалирующего вещества в проявителях, может быть заменен тем же количеством бромистого натрия. Относительно бензотриазола увеличенное в проявителе бромистого калия не вызывает увеличения контраста изображения, а удлиняет индукционный период. Бромистый калий также входит в состав усилителей, ослабителей, отбеливателей и тонирующих растворов.

Содержание фотохимиката	Ч	ЧДА
Основное вещество КВг, %	98	99
Хлориды, %	0,8	0,15
Натрий Na, %	—	0,15

Калий двуххромовокислый (калий бихромат, калий дихромат, хромпик калиевый). $K_2Cr_2O_7$. Оранжево-красные кристаллы. Растворяется в воде, в этиловом спирте не растворяется. Водные растворы стойки. *Характерная реакция:* оранжевый раствор двуххромовокислого калия при добавлении в него суль-

фита натрия становится темно-зеленым. *Токсичен:* при попадании на порезы и царапины вызывает нарывы и опухоли. Применяется в усилителях, для вирирования в желтый цвет, а также в черно-белых отбеливателях, в которых при взаимодействии вещества с металлическим серебром изображения в присутствии серной кислоты образуются растворимые соединения серебра. Калий двуххромовокислый эффективен в комбинации с серной кислотой для очистки химической посуды. Содержание основного вещества $K_2Cr_2O_7$ для квалификаций: Ч и ЧДА — 99,8 %, ХЧ — 99,9 %.

Калий железосинеродистый (калий гексацианоферрат (III), калий феррицианид, красная кровяная соль). $K_3Fe(CN)_6$. Рубиново-красные кристаллы. При нагревании разлагается с выделением паров циана (яд!). *Токсичен. Характерная реакция:* при воздействии на раствор вещества соли закиси железа $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ образуется синий осадок турибулевой сини. Водные растворы при долгом стоянии на свету разлагаются. Применяется в отбеливателях, ослабителях, усилителях и тонирующих растворах.

<i>Содержание фотохимиката</i>	Ч	ЧДА	ХЧ
Основное вещество $K_3Fe(CN)_6$, %	99	99	99,5
Желтая кровяная соль, %	0,1	0,05	0,025

Калий йодистый (калий йодид). КJ. Белые прозрачные или матовые кристаллы, хорошо растворимые в воде. *Характерная реакция:* при действии раствора азотнокислого серебра на раствор йодистого калия выпадает желтый осадок йодистого серебра, быстро темнеющий на свету. Водные растворы нестойки, постепенно желтеют на свету, выделяя свободный йод. Применяется в качестве противовуалирующего вещества, а также входит в состав усилителей и ослабителей.

Калий йодистый в черно-белых проявителях действует значительно эффективнее на индукционный период проявления, чем бромистый калий. Применяют в случаях большой плотности вуали ($D_0 = 0,4 \dots 0,6$), предотвращение которой возможно концентрацией йодистого калия порядка 0,3—1 г/л. При этом экспозиция при съемке и время проявления значительно увеличиваются.

<i>Содержание фотохимиката</i>	Ч	ЧДА	ХЧ
Основное вещество КJ, %	98	99	99,5
Хлориды, %	0,1	0,03	0,01

Калий марганцовокислый (перманганат калия, марганцово-калиевая соль). $KMnO_4$. Хорошо образованные красно-фиолетовые, почти черные с металлическим блеском кристаллы, растворимые в воде. *Характерная реакция:* при воздействии подкисленного раствора сульфита натрия или метабисульфита калия раствор марганцовокислого калия обесцвечивается. Применяют в отбеливателях и ослабителях. Используют для удаления желтых пятен с фотослоев после проявления и применяют для определения следов тиосульфата натрия в промывной воде.

<i>Содержание фотохимиката</i>	Ч	ЧДА	ХЧ
Основное вещество $KMnO_4$, %	99	99,5	99,5
Двуокись марганца MnO_2 , %	1	0,2	0,1

Калий метабисульфит (калий пирсернистокислый, калий сернистокислый пиро, калий бисульфит мета, калий пиросульфит, калий метадвусернистокислый). $K_2S_2O_5$. Белые кристаллы или кристаллический порошок с запахом сернистого газа SO_2 . Водный раствор имеет кислую реакцию и пахнет сернистым газом. При растворении в горячей воде метабисульфит калия разлагается. В воздухе постепенно окисляется, переходя в сульфат. *Характерная реакция:* при воздействии кислоты из раствора метабисульфита калия выделяется сернистый газ. Применяется в фиксажах, а также входит в состав некоторых проявителей для получения мелкозернистости изображения. Может быть применен как стоп-раствор для фотобумаг (4 %-ный раствор). Заменит бисульфитом натрия в равных количествах. Содержание основного вещества $K_2S_2O_5$ для квалификаций: Ч — 95 %, ЧДА — 96 %, «Фото» — 90 %.

Калий роданистый (роданид калия, тиоцианат калия). $KCNS$. Бесцветные расплывающиеся во влажном воздухе кристаллы. *Характерная реакция:* при воздействии хлорного железа раствор роданистого калия окрашивается в интенсивный красный цвет (образование роданистого железа). Применяется в мелкозернистых проявителях как растворитель галогенного серебра, в цветных проявителях для обрабатываемых пленок и в черно-белых ослабителях (заменяет персульфат аммония). 1 г роданистого калия можно заменить 0,83 г роданистого натрия. Содержание основного вещества $KCNS$ для квалификаций: Ч — 97 %, ЧДА и ХЧ — 99 %.

Калий углекислый (калий карбонат, поташ). K_2CO_3 . Белый кристаллический порошок расплывающийся во влажном воздухе. Гигроскопичен. Водные растворы нестойки. *Токсичен.* *Характерная реакция:* при воздействии серной или соляной кислоты из раствора углекислого калия с шипением выделяется углекислый газ. Применяется в проявителях. Перед взвешиванием для приготовления раствора рекомендуется прокалить. Выпускаемый калий углекислый квалификации «Технический» в фотографии применять нельзя.

Поташ поглощает влагу из воздуха, превращаясь в сырую рыхлую массу. Если поташ загрязнен следами тиосульфата натрия, то при обработке цветных фотопленок и бумаг появляется вуаль красного цвета.

Содержание фотохимиката	Ч	ЧДА	ХЧ
Основное вещество K_2CO_3 , %	98	99	9
Массовая доля остатка после прокаливания, %	2	1	0,8

Калий фосфорнокислый однозамещенный (калий дигидрофосфат, дигидроортофосфат, монокалийфосфат, калий фосфат первичный, калия ортофосфат). KH_2PO_4 . Бесцветные кристаллы, растворимые в воде и не растворимые в этиловом спирте. Применяется в отбеливателях и стоп-растворах для увеличения кислотно-основной буферности.

Содержание фотохимиката	Ч	ЧДА	ХЧ
Основное вещество KH_2PO_4 , %	97	98	98,5
Массовая доля остатка при высушивании, % .	1	0,5	0,2
То же, после прокаливания, %	13,4	—	—

Калий фосфорнокислый трехзамещенный (калий фосфорнокислый 7-водный). $K_3PO_4 \cdot 7H_2O$. Прозрачные бесцветные кристаллы, хорошо растворимые в воде. В фотографии применяется в черно-белых проявителях.

Содержание фотохимиката	Ч	ЧДА
Основное вещество $K_3PO_4 \cdot 7H_2O$, %	97,5	98,5
Кали едкое KOH, %	0,5	0,2
Калий фосфорнокислый двухзамещенный K_2HPO_4 , %	0,5	0,5

Калий щавелевокислый (калий оксалат, дикалиевая соль щавелевой кислоты). $K_2C_2O_4 \cdot H_2O$. Бесцветные прозрачные кристаллы. *Токсичен. Характерная реакция:* при воздействии азотнокислого серебра из раствора щавелевокислого калия осаждается белое творожистое серебро, хорошо растворимое в аммиаке. Применяют в вирулирующих растворах и в неорганическом железном проявителе. Содержание основного вещества $K_2C_2O_4 \cdot H_2O$ для квалификаций: Ч — 99,5 %, ЧДА и ХЧ — 99,8 %.

Карболаая кислота. См. фенол.

Квасцы алюмокалиевые (квасцы калиевые, калийалюминийсульфат, двойная сернокислая соль калия и алюминия). $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. Большие бесцветные прозрачные кристаллы или мелкий кристаллический порошок белого цвета, хорошо растворимый в воде. *Характерная реакция:* при действии капель раствора едкого кали или едкого натра на раствор квасцов выпадает студенистый осадок гидрата окиси алюминия, растворяющийся в избытке едкой щелочи. Выпускается по двум стандартам. Применяется в стабилизирующих растворах и дубящих фиксажах.

Содержание фотохимиката	ГОСТ 4329—77 · ГОСТ 15028—77				
	Ч	ЧДА	ХЧ	1 сорт	Высший
Основное вещество $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, % . . .	96	98	98	94	95
Массовая доля остатка, не растворимого в воде, % . .	—	—	—	0,35	0,03
Окись алюминия Al_2O_3 , %	—	—	—	10,5	10,6

Квасцы хромокалиевые (квасцы хромовые, калий-хром (III) сульфат). $CrK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. Темно-фиолетовые (на просвет рубиново-красные) кристаллы, выветривающиеся на воздухе с образованием лилового налета. *Токсичны. Характерная реакция:* при воздействии хлористого бария в растворе хромовых квасцов выпадает белый осадок сернокислого бария. Применяются в дубящих фиксажах и других растворах с более сильным действием чем алюмокалиевые квасцы. Содержание основного вещества для квалификаций Ч и ЧДА — 98 и 99 % соответственно.

Кислота лимонная. $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$. Бесцветные прозрачные кристаллы, расплывающиеся на воздухе и хорошо растворимые в воде. Водные растворы нестойки. *Характерная реакция:* в водном растворе лимонная кислота с азотнокислым серебром образует белый осадок в виде хлопьев, темнеющих на свету. Применяют в кислых фиксажах, вирулирующих и стоп-растворах. Содержание основного вещества $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ для квалификаций: Ч — 99 %, ЧДА и ХЧ — 99,8 %.

Кислота щавелевая. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Бесцветные кристаллы, хорошо растворимые в воде. Является сильной органической кислотой с восстановительными свойствами. Содержание основного вещества $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ для квалификаций: Ч — 99,6 %, ЧДА и ХЧ — 99,9 %.

КМЦ — карбоксилметилцеллюлоза (целлин S). Применяют для улучшения глянцеваания фотоотпечатков. Приготавливают раствор: 0,5 %-ный — для тонких фотобумаг, 3 %-ный — для картонных. Приготовление: требуемое количество КМЦ заливают кипяченой водой 20 °С и оставляют на сутки. Растворение КМЦ можно ускорить частым помешиванием или нагреванием до 30—35 °С. После полного растворения добавляют формалин (из расчета 5 мл 40 %-ного раствора на 1 л жидкости с КМЦ) и несколько капель смачивателя (например, антистати́на бытовой химии). Лучшим является оптический отбеливатель «Чайка». Его разбавляют в отдельной воде небольшого количества и осторожно сливают в раствор КМЦ. При появлении осадка жидкость сливают. В готовый раствор КМЦ фотоотпечатки перед глянцеваанием опускают на 2—3 мин.

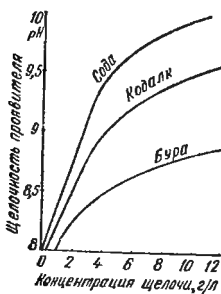


Рис. 82. Кривые зависимости щелочности проявителя pH от концентрации трех веществ

Кодалк — щелочь проявителей Истмен-Кодек 30—40-х годов, вводимая для устранения пузырения фирменных киноплёнок после обработки в кислом фиксаже. Называемая балансированной, эта щелочь позволяла более гибко устанавливать требуемую щелочность проявителя pH при машинной обработке. По активности кодалк занимает промежуточное значение между содой и бурой (рис. 82). Рецепты проявителей, содержащих кодалк, обозначались символами ДК (Developer Kodalk — проявитель с кодалком). В настоящее время в некоторых проявителях, обозначенных ДК, кодалк отсутствует и заменен бурой с сохранением обозначения (неправильно). Такие проявители должны обозначаться одной буквой Д (Developer — проявитель). Например, проявитель ДК-20 с бурой должен обозначаться Д-20, а не ДК-20, так как кодалка в нем нет.

Кодалк — это метабора́т натрия NaBO_2 (натрий борнокислый мета), образующий кристаллогидраты с различным количеством кристаллизационной воды (175). Отечественный метабора́т натрия содержит четыре молекулы воды: $\text{NaBO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ — четырехводная соль или тетрагидрат метабората натрия. Он равноценен кодалку и применять его следует с получением требуемого pH в количестве, несколько большем относительно указанного в рецепте.

Кодалк можно получить сплавлением вместе при относительно высокой температуре едкого натра и буры: $2\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 = 4\text{NaBO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ в соотношении 1 : 5. При сплавлении вода испаряется и образуется NaBO_2 — натрий борнокислый мета безводный. Приготавливают двумя способами. **Первый** (наиболее распространенный): смесь 15 г едкого натра и 75 г буры сплавляют на слабом огне в любой посуде, кроме алюминиевой, при помешивании до застывания. Второй способ (приготовление кодалка на бане): в химический стакан заклады-

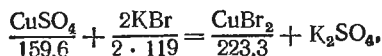
вают смесь из 1 части едкого натра и 5 частей буры и помещают в воду. С постепенным нагревом воды (до кипения доводить нельзя) смесь в химическом стакане перемешивают с начала расплавления до начала ее затвердевания (получения кодалка). После этого химический стакан вынимают и смесь охлаждают. В обоих способах после охлаждения и затвердевания кодалк осторожно скалывают ножом и растирают в ступке.

Комплексон-III. См. трилон-Б.

Кобальт двухлористый (кобальт (II) хлорид). $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Красные кристаллы, хорошо растворимые в воде, спирте и ацетоне. На воздухе сильно поглощает воду. Применяется в усилителях и тонирующих растворах. Выпускается квалификаций Ч и ЧДА.

Магний серноокислый (магний сульфат, горькая соль). $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Прозрачные призматические кристаллы горько-соленого вкуса, выветривающиеся на воздухе. Хорошо растворим в воде и не растворим в этиловом спирте. Применяют как дубящее средство при обработке цветных фотопленок и бумаг для предохранения сползания желатины. Содержание основного вещества для квалификаций: Ч и ЧДА — 99 %, ХЧ — 99,5 %.

Медь бромная (медь двубромистая, медь (II) бромид). CuBr_2 . Черные кристаллы, расплывающиеся на воздухе. Растворяется в воде, спирте и ацетоне. Водный раствор изумрудно-зеленого цвета. *Ядовита*. Применяется в усилителях не в порошке, а при взаимодействии медного купороса с бромистым калием в растворе. Весовые расчеты ведут по уравнению



Под формулами указаны молекулярные веса. Пропорцию составляют по активному началу CuBr_2 .

Медь серноокислая безводная (медный купорос, сульфат меди). CuSO_4 . Белый или с сероватым оттенком порошок, сильно поглощающий воду с образованием гидратов. Окраска раствора синяя. *Токсична*. *Характерная реакция*: при взаимодействии аммиака на раствор медного купороса образуется синий осадок окиси меди, растворяющийся в избытке, с переходом синего цвета раствора в темно-синий. Применяется для усиления, ослабления и тонирования. 100 г безводной соли равноценны 156 г кристаллической.

Содержание фотохимиката	Ч	ЧДА
Основное вещество CuSO_4 , %	98	99
Вещества в виде сульфатов (SO_4), %	0,15	0,3

Медь серноокислая кристаллическая (медный купорос). $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Стекловидные синие кристаллы, хорошо растворимы в воде, разбавленном спирте и концентрированной соляной кислоте. *Токсична*. 100 г кристаллической соли равноценны 64,1 г безводной.

Содержание фотохимиката	Ч	ЧДА	ХЧ
Основное вещество $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, %	98,5	99	99,5
Вещества в виде сульфатов (SO_4), %	0,05	0,1	0,2

Медный купорос (медь сернокислая кристаллическая техническая). $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Выпускается по ГОСТ 19347—84, предназначен для промышленности и сельского хозяйства и в фотографии не применяется вследствие большого количества примесей.

Натрий бромистый (бромид натрия). $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Бесцветный кристаллический гигроскопичный порошок. Применяется вместо бромистого калия.

Содержание фотохимиката	Ч	ЧДА
Основное вещество $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, %	95	99
Хлориды (Cl), %	0,8	0,2

Натр едкий (натрий гидроокись, гидроксид натрия, гидрат окиси натрия). NaOH . Бесцветная кристаллическая масса в виде кусков или зерен различной формы. На воздухе быстро поглощает углекислый газ и воду, расплываясь при этом и переходя в Na_2CO_3 . *Токсичен* (очень едок). *Характерная реакция*: при действии едким натром на хлористый аммоний выделяется аммиак. Выпускается по трем ГОСТам. NaOH технический (чешуированный или плавленый по ГОСТ 2263—79) и NaOH улучшенный (едкая жидкость по ГОСТ 11078 — 78) в фотографии не применяется вследствие малого содержания основного вещества и большого количества примесей. Для обработки фотоматериалов применяют NaOH по ГОСТ 4328—77 в виде чечевицных зерен.

Содержание фотохимиката	Ч	ЧДА	ХЧ
Основное вещество NaOH , %	95	98	99
Углекислый натрий Na_2CO_3 , %	3	2	1
Кремниевая кислота SiO_2 , %	0,1	0,02	0,01

Натрий бензолсульфиновокислый (бензосульфонат натрия, бензолсульфокислоты натриевая соль). $\text{C}_6\text{H}_5\text{SNa} \cdot \text{H}_2\text{O}$. Белые с желтоватым оттенком мелкие кристаллы игольчатого типа, сильно выветривающиеся на воздухе. Хорошо растворимы в воде. Применяется в качестве сохраняющего вещества. Выпускается квалификации ЧДА.

Натрий бисульфит технический, водный раствор (гидросульфит натрия, натрий кислый сернистоокислый, натрий двусернистоокислый, кислая натриевая соль сернистой кислоты). NaHSO_3 . Выпускается для технических (слабо-коричневой окраски) и фармацевтических (светло-желтой окраски) целей. Пригодный для работы раствор имеет слабый запах сернистого газа. Применяется в фиксажах и других растворах.

Содержание фотохимиката	Технический	Фармацевтический
Основное вещество NaHSO_3 , %	22,5	22,5
Сульфит натрия в пересчете на SO_2 , %	1	0,5

Для составления кислого фиксажа раствор бисульфита натрия получают взаимодействием кристаллического сульфита натрия с серной кислотой в следующей пропорции:

Натрий сернистоокислый кристаллический, г	50
Серная кислота концентрированная (пл. 1,84), мл	5
Вода, мл, до	500

Полученный отстоявшийся раствор бисульфита натрия приливают к 500 мл раствора тиосульфата натрия и получают кислый фиксаж.

Натрий борнокислый мета (натрий метабора́т, тетрагидрат метабората натрия, четырехводная соль метабората натрия). $\text{NaBO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Аналог кодалка. Применяется в качестве щелочи в негативных черно-белых проявителях.

Натрий гексаметафосфат (соль Грэма, М-19). $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{12}$. Гигроскопичный кристаллический порошок белого цвета, хорошо растворимый в воде. Применяется в зарубежных проявителях в качестве «водоумягчающего» средства.

Натрий двууглекислый (сода питьевая, натрий углекислый кислый, гидрокарбонат натрия, натрий бикарбонат). NaHCO_3 . Снежно-белый мелкий кристаллический порошок, растворимый в воде и почти не растворим в этиловом спирте. При хранении на открытом воздухе разлагается с выделением углекислого газа. Имеет слабощелочную реакцию. Добавляют в проявители для повышения кислотно-основной буферности и в тонирующие растворы. В гидрохиноновые проявители вводят для уменьшения вуалеобразования свежеприготовленного раствора. Раствором соли очищают зеркальную поверхность перед гляцеванием. Выпускается трех квалификаций: Ч, ЧДА и ХЧ.

Натрий дитионит (натрий гидросернистоокислый. Название натрий гидросульфит — неправильное). $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Бесцветные блестящие призматические кристаллы. При хранении постепенно разлагается. Хорошо растворим в воде и не растворим в этиловом спирте. Энергично поглощает кислород. Применяется для извлечения серебра из отработанных фиксажей и при обработке черно-белых обрабатываемых фотопленок для чернения обращенного изображения вместо второго проявления. Известен как неорганическое проявляющее вещество.

Натрий метабисульфит (натрий пироксернистоокислый, натрий пиросульфит). $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$. Белый мелкокристаллический порошок с сильным запахом сернистого газа. В горячей воде разлагается. Применяется в черно-белых проявителях в качестве сохраняющего вещества, в допроявляющих растворах при обработке цветных негативных фотопленок и в кислых фиксажах. Содержание основного вещества Na_2SO_3 для квалификаций: Ч — 93 %, ЧДА — 95 %.

Натрий метабора́т (натрий борнокислый мета). $\text{NaBO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Аналог кодалка. Прозрачные кристаллы, хорошо растворимые в воде. Применяется в качестве щелочи в черно-белых проявителях.

Натрий роданистый (натрий роданид, натрий тиоционат). NaSCN . Бесцветные расплывающиеся на воздухе кристаллы, легко растворимые в воде. Применяется взамен калия роданистого в мелкозернистых проявителях. 1 г роданистого натрия равноценен 1,2 г роданистого калия. Выпускается в трех квалификациях: Ч, ЧДА и ХЧ.

Натрий пиррофосфат (натрий пиррофосфорнокислый). $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Бесцветные блестящие кристаллы, растворимые в воде и не растворимые в спирте. Входит в состав смеси Калгон-фото или ОРВО А-901, предназначенной для

«умягчения» воды. Выпускается в двух квалификациях: Ч и ЧДА.

Натрий сернистоокислый безводный (сульфит натрия, в фотографии часто — сульфит). Na_2SO_3 . Белый мелкокристаллический порошок, растворимый в воде. Окисляется на воздухе слабее сульфита натрия кристаллического. При окислении кислородом воздуха превращается в сульфат натрия — белый бесформенный порошок, не пригодный для составления проявителей. *Характерная реакция:* при воздействии серной или соляной кислоты из раствора сульфита натрия выделяется сернистый газ без образования осадка. Применяется в качестве основного сохраняющего вещества в проявителях и входит в состав других фотографических растворов. 100 г безводной соли равноценны 200 г кристаллической. Выпускается по двум стандартам.

Содержание фотохимиката	ГОСТ 195—77		ГОСТ 5644—75		
	Ч	ЧДА	Высший сорт	Первый сорт	Техни- ческий
Основное вещество Na_2SO_3 , %	96	96	97,5	94	93
Щелочные вещества в пересчете на Na_2CO_3 , %	0,3	0,15	0,1	0,1	0,7

Натрий сернистоокислый кристаллический (сульфит натрия кристаллический). $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Бесцветные относительно крупные кристаллы хорошо растворимые в воде. На воздухе выветривается и окисляется в сульфат натрия. При хранении в банке верхний слой вещества хорошо защищает нижний слой от окисления. 100 г кристаллического сульфита равноценны 50 г безводного. Выпускается по двум ГОСТам. Сульфит по ГОСТ 903—76 вследствие большого содержания соды в бессодовых мелкозернистых проявителях применять не рекомендуется.

Содержание фотохимиката	ГОСТ 429—76		ГОСТ 903—76		
	Ч	ЧДА	Фото-А	Фото-Б	Техни- ческий
Основное вещество $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, % . . .	91	96	96	93	91
Щелочные вещества в пересчете на $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, % . . .	0,3	0,15	0,3	0,6	2,5

Натрий сернистый кристаллический (сульфид натрия, моносульфид натрия). $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Большие прозрачные кристаллы с небольшой желтизной, расплывающиеся на воздухе, хорошо растворимые в воде. Водный раствор имеет сильную щелочную реакцию с запахом тухлых яиц. *Токсичен.* *Характерная реакция:* при воздействии соляной кислотой на раствор сернистого натрия выделяется сероводород. Применяется: для тонирования изображения в коричневый цвет; при обработке обрабатываемых пленок ЧО для чернения обращенного изображения; для осаждения серебра из отработанных фиксажей. 100 г кристаллической соли равноценны 32,2 г безводной. Соль можно хранить в насыщенном растворе из расчета растворимости: 58 г

серию сернистого натрия в воде при 20 °С, т. е. для получения требуемого раствора к 58 г соли добавляют 42 мл воды или несколько меньше, чтобы получить в небольшом количестве нерастворимый остаток.

Содержание фотохимиката	Ч	ЧДА
Основное вещество $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, %	92	97
Вещества, окисляемые йодом (SO_2), %	0,4	0,1

Натрий серноватистокислый кристаллический (тиосульфат натрия, пятиводная натриевая соль тиосерной кислоты; старое неправильное название — гипосульфит). $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Большие прозрачные кристаллы иногда желтоватые с розовым оттенком. При растворении сильно поглощает тепло. *Характерная реакция:* при воздействии на раствор тиосульфата натрия сильных минеральных кислот выделяется сернистый газ и выпадает сера. Применяется для фиксажей.

Содержание фотохимиката	Фото	Технический
Основное вещество безводное $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, %	63	62,4
Основное вещество в пересчете на кристаллическое $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, %	99—100	98

Натрий сернокислый безводный (натрий сульфат). Na_2SO_4 . Белый порошок, растворимый в воде. Применяют в проявителях при повышенной температуре обработки. 100 г безводной соли равноценны 225 г кристаллической.

Содержание фотохимиката	2 сорт	1 сорт	Высший
Основное вещество Na_2SO_4 , % . . .	94	97,5	99,3
Массовая доля нерастворимого остатка, %	4,5	1,5	0,5
Хлориды в пересчете на NaCl , % . .	2	1	0,2
Кальций сернокислый CaSO_4 , % . . .	1	0,5	0,05
Влага, %	7	3	0,5

Натрий сернокислый кристаллический (сульфат натрия, Глауберова соль). $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Бесцветные кристаллы, выветривающиеся на воздухе, хорошо растворимые в воде, горькие на вкус. *Характерная реакция:* при воздействии хлористого бария из раствора соли выпадает белый осадок сернокислого бария, не растворяющийся в кислотах. Применяется аналогично безводной соли. 100 г кристаллической соли равноценны 44,4 г безводной. Выпускается квалификаций Ч, ЧДА и ХЧ.

Натрий сульфид. См. натрий сернистый.

Натрий тетраборнокислый кристаллический (бура, натрий борнокислый тетра, тетраборат натрия). $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Чистые белые мелкие кристаллы, выветривающиеся на воздухе. Хорошо растворим в воде, значительно растворим в глицерине и плохо растворим в спирте. Водные растворы стойки. *Характерная реакция:* при воздействии азотнокислого серебра на холодный концентрированный раствор буры выпадает белый осадок метаборнокислого серебра, распадающийся при нагревании на бурую окись серебра и свободную борную кислоту. Приме-

нается в качестве слабой щелочи в мелкозернистых медленно работающих проявителях. При составлении растворов буру следует растворять в малом количестве теплой (40—50 °C) воды и тонкой струйкой приливать к раствору проявителя. Содержание основного вещества для квалификаций Ч, ЧДА и ХЧ — 99,5 %.

Натрий углекислый безводный (сода, натрий карбонат). Na_2CO_3 . Белый зернистый порошок, растворимый в воде с выделением тепла. *Характерная реакция:* при воздействии серной или соляной кислоты из раствора соды с шипением выделяется углекислый газ. Применяется в проявителях в качестве ускоряющего вещества и других растворах. 100 г безводной соли равноценны 276 г кристаллической. Содержание основного вещества Na_2CO_3 для квалификаций Ч, ЧДА и ХЧ — 99,8 %.

Натрий углекислый кристаллический (карбонат натрия, сода кристаллическая). $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Бесцветные прозрачные кристаллы, быстровыветривающиеся на воздухе, переходя в белый порошок. Гигроскопичен. Хорошо растворим в воде, максимальная растворимость при 34 °C. Хранение герметичное. Применяется аналогично безводной соли. 100 г кристаллической соли равноценны 37 г безводной. Содержание основного вещества для квалификаций Ч, ЧДА и ХЧ — 99,8 %.

Натрий уксуснокислый кристаллический (ацетат натрия, уксусной кислоты натриевая соль). $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Бесцветные прозрачные кристаллы, выветривающиеся в сухом и расплывающиеся во влажном воздухе. Применяется при обработке цветных фотокиноплёнок в останавливающих и стабилизирующих растворах для создания определенной кислотности раствора. Содержание основного вещества для квалификаций Ч, ЧДА и ХЧ — 99 %.

Натрий уксуснокислый плавный (ацетат натрия безводный). CH_3COONa . Хорошо растворим в воде и плохо в спирте. Вещество получают плавлением натрия уксуснокислого в кристаллизационной воде при 58 °C. Выпускается квалификации ХЧ.

Натрий фосфорнокислый двухзамещенный безводный (натрий гидрофосфат, натрия дифосфат, динатрий фосфат). Na_2HPO_4 . Белый кристаллический гигроскопичный порошок, растворимый в воде и не растворимый в спирте. Применяется в отбеливателях цветной фотографии (распространен менее кристаллического вещества).

Натрий фосфорнокислый двухзамещенный кристаллический (натрий гидрофосфат, натрия дифосфат и динатрий фосфат кристаллические). $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. Бесцветные прозрачные кристаллы, быстровыветривающиеся на воздухе и хорошо растворимые в воде. Водный раствор имеет слабощелочную реакцию. Применяется в отбеливателях цветной фотографии для создания кислотно-основной буферности раствора. Содержание основного вещества для квалификаций: Ч и ЧДА — 98 %, ХЧ — 99 %.

Натрий фосфорнокислый трехзамещенный кристаллический (натрий ортофосфат, тринатрийфосфат, натрий трифосфат, тринатриевая фосфорная соль). $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. Белые кристаллы, выветривающиеся в сухом воздухе и хорошо растворимые в воде. В растворе соль полностью гидролизуеться на Na_2HPO_4 и NaOH , вследствие чего создается сильно щелочная реакция. *Характерная реакция:* при воздействии хлористого бария в растворе соли осаждается белый аморфный фосфорнокислый барий. Применяется в качестве щелочи в выравнивающих проявителях.

Основное вещество $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, %	95	97,5
Свободная щелочь NaOH , %	2,5	2
Натрий фосфорнокислый двухзамещенный Na_2HPO_4 , %	1	1

Натрий хлористый (хлорид натрия, поваренная соль). NaCl . Мелкокристаллический порошок белого цвета. Применяется в различных фотографических растворах. Содержание вещества для квалификаций Ч, ЧДА и ХЧ — 99,8 %.

Натрий холевокислый (натрий холат, холевой кислоты натриевая соль, галловой кислоты натриевая соль). $\text{C}_{24}\text{H}_{39}\text{NaO}_5$. Желтоватый порошок. Применяется в растворах для коррекции желтого красителя при дополнительной обработке цветных обрабатываемых фотоплёнок.

Нитробензимидазол (6-нитробензимидазолнитрат). $\text{C}_7\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_2$. Порошок желтоватого цвета, хорошо растворимый в воде и плохо в горячем спирте. Легкорастворим в щелочных растворах и кислотах. Применяется в качестве эффективного противобактериального вещества, не оказывающего заметного влияния на снижение светочувствительности и изменение контраста изображения.

ПАВ — поверхностно-активные вещества, концентрирующиеся на поверхности раздела химических фаз, вызывая снижение поверхностного (межфазного) натяжения. В фотографии применяются ПАВ из бытовых моющих средств для лучшей смачиваемости поверхности фотослоя обрабатываемым раствором и для предотвращения образования капель после промывки пленки.

Параформальдегид (параформ). Вещество содержит 93—98 % формальдегида. *Токсичен*. При хранении и особенно при нагревании дополимеризуется до формальдегида. Белый порошок. $(\text{CN}_2\text{O})_n$.

Перекись водорода (двуокись водорода). H_2O_2 . Бесцветная густая прозрачная жидкость со слабокислой реакцией. По запаху напоминает азотную кислоту. Самопроизвольно разлагается на воду и кислород. *Необходимо* хранить в темноте при температуре не выше 25°C . Пробки сосудов должны иметь отверстия или фаски для выхода газа. При быстром разложении сосуд с перекисью водорода может взорваться. Аптечная H_2O_2 всегда содержит примеси (стабилизаторы), добавляемые для замедления разложения. 30 %-ный раствор H_2O_2 называется пергидролем. Применяется в растворах, разрушающих тиосульфат натрия после обработки фотобумаг в фиксажах и промывки.

Пергидроль — 30 %-ная перекись водорода H_2O_2 .

Полиэтиленгликоль (ПЭГ, полиоксиэтиленгликоль, карбовакс, плуракол Е). $\text{HO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{100}\text{H}$. Белый порошок или мелкие кусочки кремового цвета, хорошо растворимый в воде. Применяют в основном в полиграфии в сверхконтрастных проявителях. ПЭГ эффективен в сочетании с бензотриазолом, фенилмеркаптотетразолом и в их соединении с бромистым калием. ПЭГ приводит к инфекционному проявлению: при нем инфицирующие продукты реакции диффундируют от проявляемого зерна фотослоя и вызывают некоторое увеличение светочувствительности близлежащих зерен. Действие ПЭГ эффективно выявляется в высокоактивных проявителях. При больших количествах сульфита натрия ПЭГ уменьшает инфицирование. ПЭГ несколько снижает разрешающую способность и увеличивает зернистость, увеличивая при этом селективность проявления.

Действие ПЭГ на различные проявители

Проявляющее вещество в растворе	Индукционный период	Скорость проявления	Повышение светочувстви- тельности
Гидрохинон	Значителен	Значительная	Нет
Пирогаллол и пи- рокатехин	Незначителен	Нормальная	»
Парафениленди- амин	Средний	Слабая	»
Парааминофенол и амидол	»	Значительная	Значительное
Фенидон с гидро- хиноном	»	»	»
Метол	Мал	»	»

Полиокс-100 — полиэтиленгликоль.

Ртуть хлорная (ртуть двуххлористая, сулема, ртуть (II) хлорид). HgCl_2 . Белый кристаллический порошок или бесцветные иглы. Хорошо растворима в горячей воде и 25 %-ном этиловом спирте и плохо — в холодной воде. *Ядовита*. Применяется в усилителях черно-белого изображения.

Содержание фотохимиката

Ч ЧДА

Основное вещество HgCl_2 , %	99	99,5
Не растворимые в горячей воде вещества, %	0,5	0,02

Свинец азотнокислый (нитрат свинца, азотносвинцовая соль, свинец (II) нитрат). $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Бесцветные тяжелые кристаллы в массе белого цвета. Хорошо растворим в воде, плохо растворим в метиловом и не растворим в этиловом спирте. *Токсичен*. *Характерная реакция*: при воздействии серной кислоты на раствор азотнокислого свинца выпадает осадок белого сернокислого свинца. Применяется для вирусования и усиления. Для водных растворов следует применять дистиллированную воду, так как в обычной воде присутствующие соли соляной кислоты при взаимодействии с азотнокислым свинцом образуют белый осадок хлористого свинца. Растворы на свету разлагаются.

Содержание фотохимиката

Ч ЧДА ХЧ

Основное вещество $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, %	99	99	99,5
pH 5%-ного раствора	—	3	3

Свинец уксуснокислый кристаллический (ацетат свинца, свинец (II) ацетат, свинцовый сахар). $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{OOC})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ или $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Большие прозрачные кристаллы, быстровыветривающиеся на воздухе и покрывающиеся слоем PbCO_3 . Хорошо растворим в воде и глицерине и плохо в этиловом спирте. *Ядовит*. *Характерная реакция*: при растворении соли в дистиллированной воде образуется муть от присутствия в воде углекислого газа. Муть исчезает от прибавления к раствору нескольких капель уксусной кислоты. Применяется в вираж-фиксационных растворах. Содержание основного вещества для квалификаций: Ч — 98 %, ЧДА и ХЧ — 99,5 %.

Серебро азотнокислое (нитрат серебра, азотиосеребряная соль, ляпис). AgNO_3 . Бесцветные пластинчатые кристаллы в мас-

се белого цвета. Хорошо растворяется в воде и глицерине, плохо в спирте и трудно в ацетоне. *Токсичен.* Характерная реакция: при воздействии на раствор азотнокислого серебра хлористым натрием выпадает хлористое серебро в виде хлопьев, темнеющих на свету. Применяется в физических проявителях и других растворах. Содержание основного вещества AgNO_3 для квалификаций: Ч — 99,75 %, ЧДА — 99,8 %, ХЧ — 99,9 %.

Сухая соль на свету темнеет в присутствии органических веществ (бумаги, пыли и пр.) и во влажном воздухе разлагается с образованием металлического серебра. Водные растворы AgNO_3 следует составлять на дистиллированной воде, так как имеющиеся в обычной воде хлористые соли приводят к выпадению хлопьевидного осадка.

Синтрон-Б (цинтрон-Б) — тетранатриевая соль этилендиаминотетрауксусной кислоты. Применяют 40 %-ный раствор в отбеливателях для зарубежных цветных фотобумаг.

Смачиватель НБ — поверхностно-активное вещество (ПАВ). Натриевая соль монобутилнафталинсульфокислоты. $\text{C}_{14}\text{H}_{16}\text{NaO}_3$. Не расслаивающаяся паста от серого до светло-коричневого цвета. Применяется для улучшения смачиваемости фотослоя после промывки с предотвращением собирания воды в капли на поверхности фотослоя перед сушкой.

Сода кальцинированная техническая (натрий углекислый технический). Na_2CO_3 . Вырабатывается из нефелинового (силикатного) сырья. Белый мелкокристаллический порошок, растворимый в воде.

Содержание фотохимиката	1 сорт	2 сорт	3 сорт
Основное вещество Na_2CO_3 , % . . .	98	94	91
Калий в пересчете на K_2O , % . . .	2,3	6	8,5
Калий сернокислый в пересчете на K_2O , %	0,9	2,4	3,8
Влага, %	1	1	1

Тиокарбамид. См. тиомочевину.

Тиомочевина (тиокарбамид). $\text{CH}_4\text{N}_2\text{S}$, NH_2CSNH_2 или $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$. Белые кристаллы, растворимые в воде и этиловом спирте. Применяется в вирулирующих растворах. Содержание основного вещества для квалификаций: Ч — 95 %, ЧДА — 98 %, ХЧ — 99 %.

Трилон-Б (динатриевая соль этилендиаминотетрауксусной кислоты, М-23, комплексон -III). $\text{C}_{16}\text{H}_{14}\text{O}_8\text{N}_2\text{Na}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Белый мелкокристаллический порошок, растворимый в воде. Применяется для «умягчения» воды в различных растворах и при обработке цветных фотобумаг в фиксаж-отбеливателях. рН 5 %-ного раствора 4,5—5. Содержание основного вещества для квалификаций: Ч — не менее 98,5 %, ЧДА и ХЧ — не менее 99,5 %.

Тринатрий фосфат технический (22,5—23,7 %-ный) в фотографии не применяется.

Фенол (оксибензол, монооксибензол, карболовая кислота). $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$. Бесцветные кристаллы или сплавленная кристаллическая масса со специфическим запахом. На свету розовеет. Легко растворяются в воде, спирте, эфире, бензоле, ацетоне и растворе щелочей. Плохо растворяются в холодной воде. *Токсичен.* Обладает антисептическим свойством. Содержание основного вещества $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ для квалификаций Ч и ЧДА — 40,6 % с влагой 0,2 %.

Хелатон-2 — этилендиаминотетрауксусная кислота.

Хелатон-3 — аналог трилона-Б в зарубежной фотографии.

Щавелевая кислота (этандиовая кислота). $\text{HOOC}\cdot\text{COOH}$ или $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Бесцветные кристаллы, растворимые в воде. Является сильной органической кислотой с восстановительными свойствами. В зависимости от квалификаций содержание основного вещества от 98 до 99,9 %.

Этилендиаминотетрауксусная кислота. $(\text{HOOCCH}_2)_4\text{NC}_2\text{H}_4\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_2$. Кристаллический порошок, плохо растворимый в воде и растворимый в растворах щелочей. Обладает консервирующими и свойствами ПАВ.

200. Кислоты, растворители и другие жидкости.

Азотная кислота. HNO_3 . Бесцветная или слегка желтоватая жидкость с резким запахом. С водой смешивается в любых соотношениях. При нагревании и под действием солнечных лучей разлагается с выделением бурой двуокиси азота. *Токсична*. Применяется в вирулирующих растворах и для других целей. *Характерная реакция*: при растворении меди выделяются бурые пары с окрашиванием кислоты в синий цвет.

Ацетон (диметилкетон). CH_3COCH_3 . Прозрачная бесцветная легковоспламеняющаяся жидкость с характерным запахом. Смешивается в любых соотношениях с водой, спиртом и эфиром. С воздухом образует взрывоопасные смеси. *Токсичен*. Входит в состав клея для фотокиноплёнок, применяется для растворения метилфенидона (фенидона) и других работ.

Бензиловый спирт. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$. Бесцветная жидкость с характерным запахом. Плохо растворим в воде. Применяется в качестве добавки 3—5 мл на 1 л проявителя для проявления цветной плёнки с защищенными краскообразующими компонентами, например плёнок Кодак. Способствует набуханию и увеличивает проницаемость синтетической смолы, окружающей краскообразующую компоненту.

Глицерин (1,2,3-триоксипропан). $\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$ или $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$. Многоосновный спирт. Бесцветная или слегка окрашенная жидкость, густая, маслянистая, смешивающаяся с водой в любых соотношениях. Гигроскопичен. Применяется: для пластификации фотоотпечатков, в качестве иммерсионной жидкости для печати на позитивной фото- и киноплёнке, в проявителях при отрицательной температуре обработки.

Диоксан (окись этилена, диэтиленовый эфир, диэтилендиоксид, 1,4-диоксациклогексан). $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$. Прозрачная бесцветная жидкость со слабым приятным специфическим запахом. *Токсичен*. Легко воспламеняется. Применяется в качестве основного вещества клея для триацетатной плёнки.

Метанол (спирт метиловый, спирт древесный). CH_3OH . Бесцветная прозрачная жидкость со специфическим запахом спирта. Горючая. Смертельная доза 15—100 г. Применяется для быстрой сушки фотокиноматериалов. Добавляют пастообразные и высококонцентрированные проявители для лучшего растворения органических веществ. Применять в индивидуальных условиях не рекомендуются.

Серная кислота. H_2SO_4 . Бесцветная маслянистая жидкость. *Токсична*. Вызывает сильные ожоги. *Характерная реакция*: при введении хлористого бария в кислоту и ее раствор образуется белый осадок сернокислого бария, не растворимый ни в кислотах, ни в воде. Применяется в фиксажах, ослабителях, для вирирования и других работ. Концентрированная серная кислота

имеет плотность 1,84 г/см³. Содержание основного вещества для квалификаций Ч и ЧДА — 95 %.

Соляная кислота (хлористоводородная кислота). HCl. Бесцветная прозрачная жидкость (ЧДА, ХЧ) и с желтым оттенком (Ч). *Токсична*. Пары сильно раздражают дыхательные пути и слизистую оболочку глаз. Применяется в вирулирующих растворах. Содержание основного вещества HCl для всех квалификаций 35—38 %. Соляная кислота техническая имеет содержание основного вещества 27—31 %. Цвет ее — желтый.

Трикрезилфосфит. (CH₃C₆H₄O)₃P. Жидкость. Стабилизатор и пластификатор полимеров. Взаимодействуя с активными группами полимерной цепи, повышает гибкость цепных молекул, увеличивая пластичность триацетатной фото- и киноплёнки.

Углерод четыреххлористый (тетрахлорметан, хладон-10). CCl₄. Бесцветная прозрачная негорючая жидкость с характерным приятным сладковатым запахом. *Токсичен* (пары ядовиты). Плотность 1,6 г/см³. Плохо растворяется в воде. Хорошо смешивается с этиловым спиртом, диэтиловым эфиром, жирными и эфирными маслами, благодаря чему применяется при очистке фото- и киноплёнок. Работать следует в вытяжном шкафу, в проветриваемом помещении или на свежем воздухе.

Уксусная кислота. CH₃COOH. Бесцветная прозрачная жидкость без механических примесей с резким специфическим запахом, легко воспламеняющаяся. *Токсична* в больших концентрациях: вызывает сильные ожоги и раздражает дыхательные пути. Хорошо растворяет лаки. С водой смешивается в любых соотношениях. Температура: самовоспламенения 454 °С, кипения — 118,1 °С, вспышки паров — 38 °С, замерзания — 16,5 °С (с возникновением кристаллической массы). В фотографии имеет разнообразное применение и в основном — для стоп-растворов.

Содержание вещества по ГОСТ 61—75	ХЧ ледяная*	ХЧ	ЧДА
Основное вещество CH ₃ COOH, %	99,8	99,5	99,5
Температура кристаллизации, °С	16,3—16,7	—	—
Уксусный ангидрид (CH ₃ CO) ₂ O, %	0,03	—	—
Плотность, г/см ³	1,05	—	—

* Высшей категории. Вследствие образования кристаллизационной массы при пониженной температуре называется ледяной.

Содержание вещества по ГОСТ 6968—76	Пищевая*	Очищенная	Техническая
Основное вещество CH ₃ COOH, массовые % . .	70—98	98	93—96
Органические вещества, ве- совые %	0,1—0,4	—	—
Концентрация для продажи в торговой сети, массовые %	80—81	—	—

* Для продажи в торговой сети фасуется в склянки специальной формы вместимостью 100 и 150 г. 80 %-ная кислота называется эссенцией.

Формальдегид (муравьиный альдегид, метаналь). HCHO. *Токсичен*. Для удобства хранения и транспортировки выпускается в виде водного раствора — формалина или твердого поли-

мера — параформальдегида. Обладает антисептическим и дубящим действием. Применяется в особо- и высококонтрастных проявителях.

Формалин технический (формальдегида 40 %-ный раствор, муравьиный альдегид, формоль). CH_2O или HCHO . Бесцветная прозрачная жидкость с резким запахом. При хранении может образоваться муть или белый осадок, растворяющийся при температуре не выше 40°C . Обладает сильным дезинфицирующим свойством. **Токсичен.** Формалин — горючая жидкость, пары которой с воздухом и кислородом образуют взрывчатые смеси, воспламеняющиеся в пределах температур $62\text{—}80^\circ\text{C}$. Тушить формалин надо тонко распыленной водой, омыленной химической пеной, или воздушно-механической пеной на основе ПО-11. Хранят в условиях, исключающих воспламенение.

Марка формалина	Содержание формальдегида, %	Содержание метанола, %
ФБМ — без метанола (нестабилизованный метанолом)	$37 \pm 0,5$	1
ФМ — стабилизированный метанолом высшего качества	$37 \pm 0,5$	5—8

Этиленгликоль (гликоль; 1,2-диоксиэтан; 1,2-этандиол), $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ или $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$. Прозрачная бесцветная жидкость. Смешивается в любых соотношениях с водой (дигидрат), спиртом, ацетоном, глицерином и ледяной уксусной кислотой. Выпускается в виде органического полупродукта (ГОСТ 19710—83Е) и органического реактива (ГОСТ 10164—75) при содержании основного вещества $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ для квалификаций: Ч — 98 %, ЧДА — 99,5 %. Применяется в проявителях при обработке фотоматериалов при сверхнизких температурах до -40°C .

Этиловый спирт (этанол). $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Спирт, содержащий 95,57 % этанола — ректификат. Обладает наркотическим действием. В фотографии применяют для растворения метилфенидона, быстрой сушки фотоматериалов и входит в состав проявителей для лучшей их растекаемости по поверхности фотослоя при обработке.

Эфир петролейный (легкий бензин). Смесь парафиновых углеводородов (до 85 %). Бесцветная прозрачная жидкость без примеси воды. Растворитель смол, жиров и эфирных масел. Применяется при очистке стекол, линз и поверхностей пленок. Хранят в защищенном от солнечных лучей месте.

201. Растворимость, молекулярная масса, Мг, и стандарт фотохимикатов, кислот и других жидкостей.

Название фотохимиката	Растворимость, %	Мг	ГОСТ, ТУ
Азотная кислота	—	63,01	701—78
Алюминий сернокислый	32,20 при 15°C	664,45	3758—75
Аммиак водный	—	35,01	3760—79
Аммоний двуххромовокислый	21,60 при 20°C	252,06	3763—76
» надсернокислый	42,70 при 15°C	228,21	—
» роданистый	62,70 при 20°C	76,12	19522—74
» тиосульфат	—	148,00	—

Аммоний хлористый	27,30 при 20 °C	53,49	3773—72
Ацетон	—	58,08	2603—79
Бензиловый спирт	3,80 при 17 °C	—	—
Бензотриазол	—	—	ТУ 6-09-1291—75
Борная кислота	5,00 при 20 °C	61,84	9656—75
Гидразин серноокислый	2,95 при 22 °C	130,13	5841—74
» солянокислый	27,20 при 23 °C	104,97	—
Гидроксилламин серноокис- лый	41,30 при 20 °C	164,14	7298—79
» солянокислый	45,00 при 17 °C	69,49	5456—79
Глицерин	—	92,10	6259—75
Глицерин дистиллирован- ный	—	—	6824—76
» сырой	—	—	6823—77
Диоксан	—	88,11	10455—80
Железная соль трилона-Б	—	—	ТУ 6-09-2392—77
Железо хлорное	47,90 при 20 °C	270,30	4147—74
Йод	0,02 при 10 °C	253,81	4159—79
Кали едкое	51,70 при 15 °C	56,11	9285—78
Калий бромистый	39,40 при 20 °C	119,02	4160—74
» двуххромовокислый	11,10 при 20 °C	294,22	4220—75
» железосинеродис- тый	31,50 при 20 °C	329,26	4206—75
» йодистый	56,20 при 20 °C	166,01	4232—74
» марганцовокислый	6,00 при 20 °C	158,03	—
» метабисульфит	30,80 при 20 °C	222,33	—
» роданистый	68,50 при 20 °C	97,18	4139—75
» углекислый	52,80 при 20 °C	138,21	4221—76
» фосфорнокислый однозамещенный	18,45 при 20 °C	136,09	4198—75
Калий фосфорнокислый трехзамещенный	—	338,39	10075—75
Калий щавелевокислый	26,40 при 20 °C	184,24	5868—78
Квасцы алюмокалиевые	5,70 при 20 °C	474,39	4329—77
			15028—77
Квасцы хромокалиевые	14,30 при 15 °C	499,40	4162—79
Кислота лимонная	—	210,14	3652—69
» щавелевая	19,00 при 20 °C	126,07	—
Кобальт двуххлористый	34,90 при 20 °C	129,84	4525—77
Магний серноокислый	26,20 при 20 °C	246,48	4523—77
Медь бромная	55,90 при 20 °C	223,37	ТУ 6-09-3904—75
Медь сернокислая бв.	18,70 при 25 °C	159,61	ТУ 6-09-4525—77
Медь сернокислая кр.	29,50 при 20 °C	249,68	4165—78
Метанол	—	—	6995—77
Натрий бромистый	47,50 при 20 °C	138,95	4169—76
Натр едкий	51,70 при 18 °C	39,97	4328—77
Натрий бензолсульфино- во-кислый	—	198,18	ТУ 6,09-3087—66
Натрий бисульфит	—	—	902—76
» борнокислый мета	—	137,80	—
» гексаметафосфат	—	611,77	—
» двууглекислый	8,76 при 20 °C	84,01	4201—79
» дитионит	—	210,16	—
» метабисульфит	39,50 при 20 °C	190,11	—
» метаборат	—	137,80	ТУ 6-09-1289—76
» роданистый	—	—	—
» пиррофосфат	5,80 при 20 °C	446,05	342—77

Натрий сернистоокислый бв.	—	126,04	5644—75 195—77
» сернистоокислый кр.	20,70 при 20 °C	252,15	903—76 429—76
» сернистый кр.	15,30 при 18 °C	240,18	2053—77
» тиосульфат	41,20 при 20 °C	248,18	244—76
» серноокислый бв.	—	142,04	6318—77
» серноокислый кр.	—	322,22	4171—76
» тетраборноокислый	2,58 при 20 °C	381,43	4199—76
» углекислый бв.	17,80 при 20 °C	105,99	83—79
» углекислый кр.	—	286,14	—
» уксусноокислый	31,70 при 20 °C	136,08	199—78
» уксусноокислый	—	—	—
плавленый	31,70 при 20 °C	82,03	ТУ 6-09-246—76
Натрий фосфорноокислый двухзамещенный бв.	7,20 при 20 °C	141,96	11773—76
Натрий фосфорноокислый двухзамещенный кр.	—	—	4172—76
Натрий фосфорноокислый трехзамещенный	—	380,13	9337—79
Натрий хлористый	26,54 при 25 °C	58,44	4233—77
» холевоокислый	—	—	ТУ 6-09-289—70
Перекись водорода	—	34,01	10929—76
Ртуть хлорная	6,18 при 20 °C	271,52	—
Свинец азотноокислый	35,70 при 20 °C	331,20	4236—77
» уксусноокислый	30,68 при 20 °C	379,35	1027—67
Серебро азотноокислое	68,30 при 20 °C	169,89	1277—75
Смачиватель НБ	—	—	6867—77
Серная кислота	—	98,08	4204—77
Сода кальцинированная	—	—	10689—75 5100—85Е
Соляная кислота	—	36,46	3118—77
Тиомочевина	—	76,12	6344—73
Трилон-Б	—	372,24	10652—73
Углерод четыреххлористый	0,08 при 20 °C	153,81	20288—74
Уксусная кислота	—	—	61—75 6968—76
Фенол	—	94,11	6417—72
Формалин технический	—	30,03	1625—75
Щавелевая кислота	—	126,06	22180—76
Этиленгликоль	—	62,07	19710—83Е 10164—75

ГЛАВА 7

Экспонетрические данные обработки негативных фотопленок

202. Общие сведения. Основным показателем полученного после обработки негатива является интервал плотности $\Delta D_{\text{нег}}$, с которым при фотографической печати должен быть согласован L_g — интервал полезных экспозиций фотобумаги или позитивной пленки. Если рассматривать негатив после сенсигометри-

ческого (заводского) испытания фотопленки посредством ее засветки за оптическим клином или на оптической скамье (2), то после экспонирования 8 экспозициями в интервале относительных величин $1 : 128$ ($\Delta \lg H = 2,1$ — стандартный объект) и стандартной обработки до $\bar{g} \approx 0,62$ на негативе получается (рис. 83, кривая 1) интервал плотности $\Delta D_{\text{neg}} = 1,25$, соответствующий полезному интервалу экспозиций полумягкой фотобумаги с $L_g = 1,2 \dots 1,3$ [19].

В экспонометрических условиях съемки различными фотокамерами сенситометрические соотношения в различной мере нарушаются и при той же стандартной обработке интервал плотности ΔD_{neg} в значительной степени зависит от степени и характера светорассеяния в объективе и съемочной камере, отклонений экспозиции и яркостной характеристики объекта (белое небо в кадре или черный фон). При некотором минимально возможном уровне светорассеяния рабочая кривая негатива 2 после съемки и обработки становится положе и интервал плотности негатива уменьшается примерно до значения $\Delta D_{\text{neg}} = 1,05$, соответствующего $L_g = 1 \dots 1,1$ фотобумаги нормальной контрастности. Поэтому при съемке объекта с параметрами (4) без фона или на черном фоне стандартная обработка предусматривает применение для печати нормальной фотобумаги. Однако поскольку съемочный объект обычно включает в себя сюжетно важную деталь (4) на каком-либо фоне (см. рис. 18) или содержит значительные площади резко контрастирующих элементов, применение нормальной фотобумаги в большинстве случаев неприемлемо. Условные соотношения между яркостными параметрами объекта, интервалом плотности негатива и уровнем светорассеяния в съемочной камере приведены в (2—12).

Вследствие светорассеяния съемка различными фотокамерами приводит к получению негативов с разбросом интервала плотности и применению соответственно фотобумаг различной степени контрастности. На светорассеяние влияет конструкция фотокамеры и расположение в ней деталей перед негативной пленкой. Например, негативы одного объекта, полученные при съемке камерами Салют и Зенит, различны и для печати следует применять фотобумагу неодинаковой контрастности. Для черно-белых негативов фотобумагу подбирают по интервалу полезных экспозиций от мягкой до особоконтрастной. В цветной фотографии таких фотобумаг нет и правильное тоно- и цветовоспроизведение получают установкой при съемке света на объекте с необходимой яркостной характеристикой (постановочная съемка) или находят оптимальный вариант съемки, обработки и фотопечати.

Конструкция фотокамеры в отношении светорассеяния характерна количеством и расположением между объективом и фотопленкой различных элементов. При этом уменьшение свето-

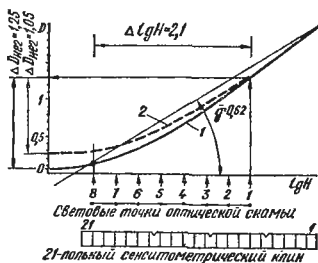


Рис. 83. Схема определения интервала оптической плотности негатива по характеристической (1) и рабочей (2) кривой

рассеяния зависит от их светопоглощающего покрытия (обычно специальной черной краской). Лучшей в отношении светорассеяния является съемочная камера с раздвижным мехом, покрытым внутри черной матовой тканью. Внутренние складки меха, расположенные под углом, хорошо поглощают свет, а отраженную часть направляют в сторону от пленки. В малоформатных фотокамерах внутренние детали, расположенные вокруг пленки, покрыты черной матовой краской. Она должна хорошо поглощать синие лучи света, к которым негативная пленка имеет повышенную естественную светочувствительность. Зрительно черная светопоглощающая краска должна иметь едва заметный красноватый оттенок, показывающий, что синие лучи поглощаются лучше, чем красные. На светорассеяние влияет качество и количество линз в объективе, их просветление и чернение оправы. Значительно отражают свет лепестки диафрагмы.

С целью ориентировки в параметрах негативов, получаемых в индивидуальных условиях, ниже приводятся их усредненные рабочие кривые, полученные при съемке фотокамерами Салют и Зенит со штатным объективом при стандартной обработке в покупном стандартном метоловом проявителе ПМ (СТ-2). Для измерения оптических плотностей негативов и построения рабочих кривых снималась серая шкала — стандартный объект (5). Для получения рабочих кривых при разном времени проявления шкала располагалась на черном фоне и проецировалась на всю площадь кадра по длинной стороне с целью исключения светорассеяния от фона. Для получения рабочих кривых в зависимости от яркости объекта с различным фоном и величины экспозиции (нормальной, недодержки, передержки) шкала снималась на белом, сером и черном фонах по схемам рис. 18. Полученные после обработки рабочие кривые негативов при съемке различными фотокамерами в зависимости от конструктивных особенностей, влияющих на светорассеяние, в одних случаях имеют плавный изгиб, в других — прямую или волнистую линию. Рабочие кривые на графиках показывают, как изменяется интервал плотности негатива от суммарной яркости объекта и дают ориентировочные данные для подбора фотобумаг при печати.

203. Рабочие кривые 60-мм фотонегативов (фотокамера Салют) при разном времени проявления. Экспозиция нормальная.

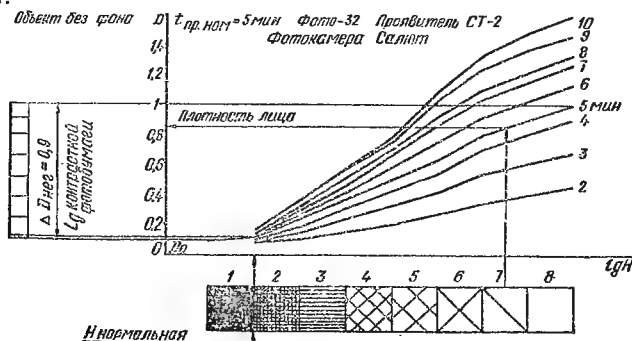


Рис. 84. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-32» (фотокамера Салют) при съемке с нормальной экспозицией и разном времени проявления

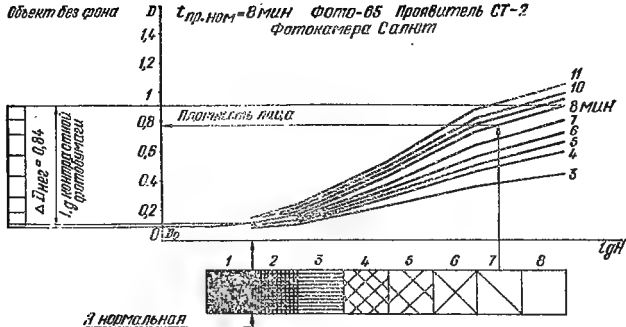


Рис. 85. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-65» (фотокамера Салют) при съемке с нормальной экспозицией и разным времени проявления

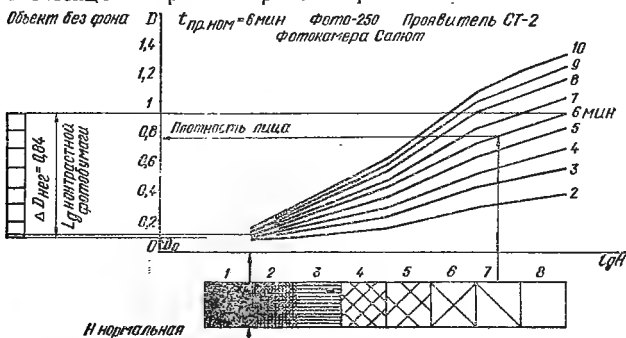


Рис. 86. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-250» (фотокамера Салют) при съемке с нормальной экспозицией и разным времени проявления

204. Рабочие кривые 35-мм фото негативов (фотокамера Зенит) при разном времени проявления. Экспозиция нормальная

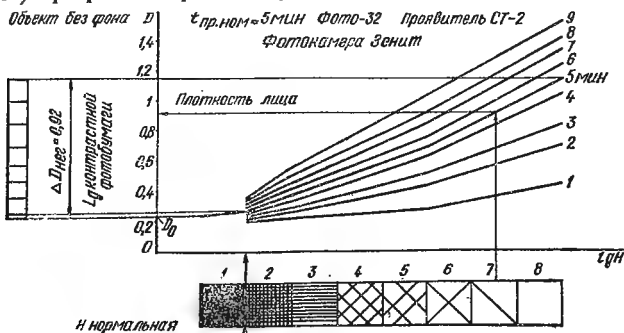


Рис. 87. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-32» (Фотокамера Зенит) при съемке с нормальной экспозицией и разным времени проявления

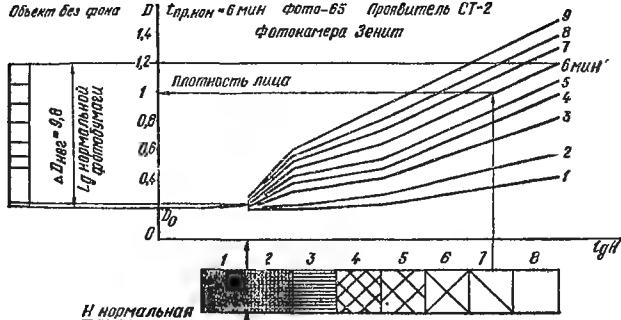


Рис. 88. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-65» (фотокамера Зенит) при съемке с нормальной экспозицией и разным времени проявления

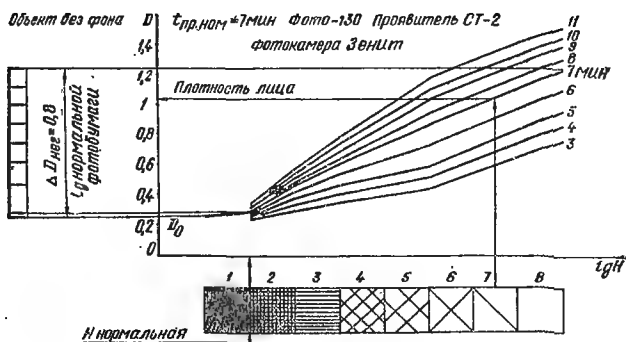


Рис. 89. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-130» (фотокамера Зенит) при съемке с нормальной экспозицией и разным времени проявления

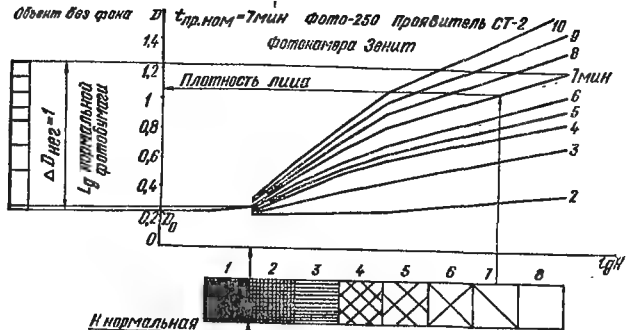


Рис. 90. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-250» (фотокамера Зенит) при съемке с нормальной экспозицией и разным времени проявления

205. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-32» (фотокамера Салют) для объекта с разным фоном. Экспозиция разная, проявление стандартное.

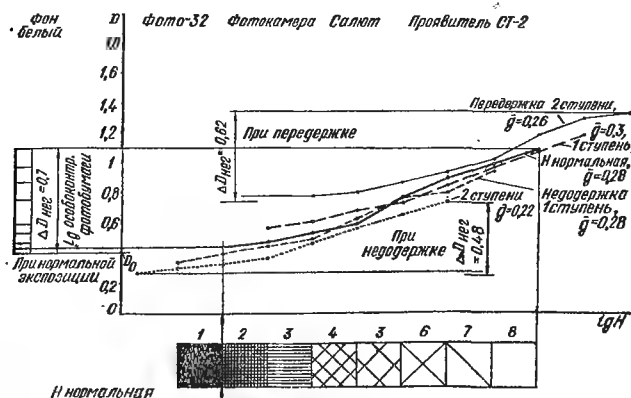
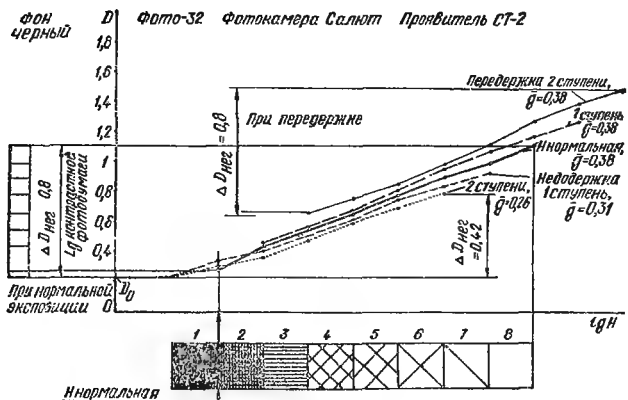
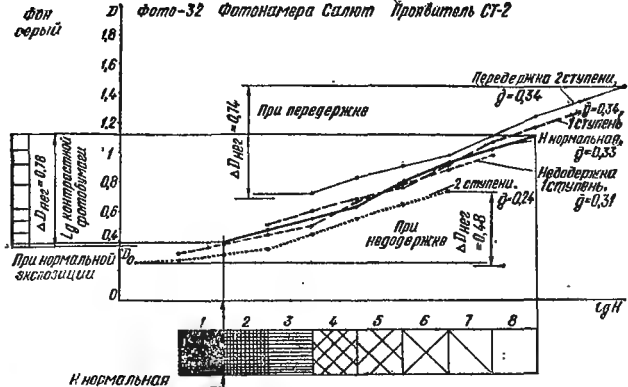


Рис. 91. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-32» (фотокамера Салют) для объекта с белым фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное



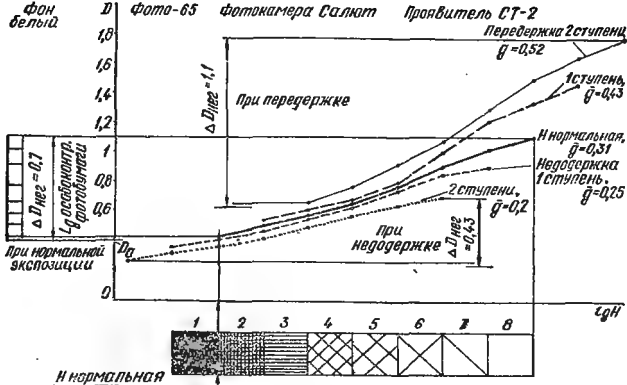


Рис. 94. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-65» (фотокамера Салют) для объекта с белым фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

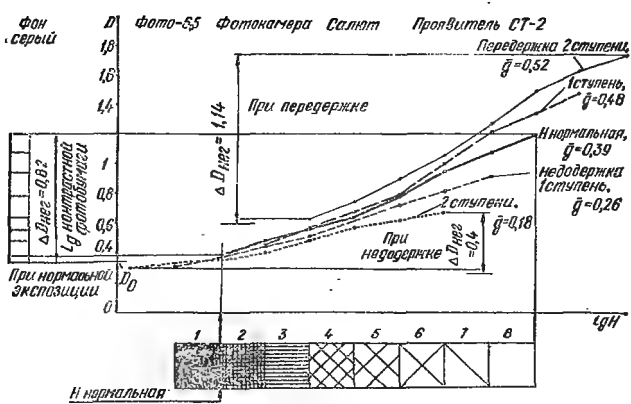


Рис. 95. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-65» (фотокамера Салют) для объекта с серым фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

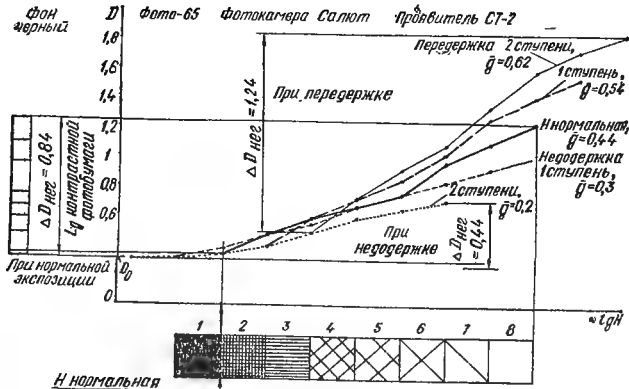


Рис. 96. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-65» (фотокамера Салют) для объекта с черным фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

207. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-250» (фотокамера Салют) для объекта с разным фоном. Экспозиция разная, проявление стандартное.

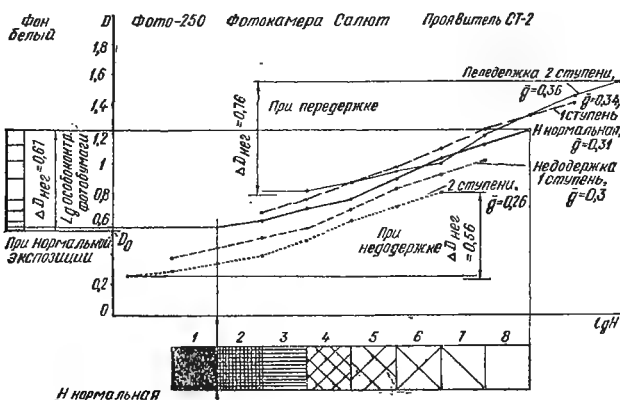


Рис. 97. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-250» (фотокамера Салют) для объекта с белым фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

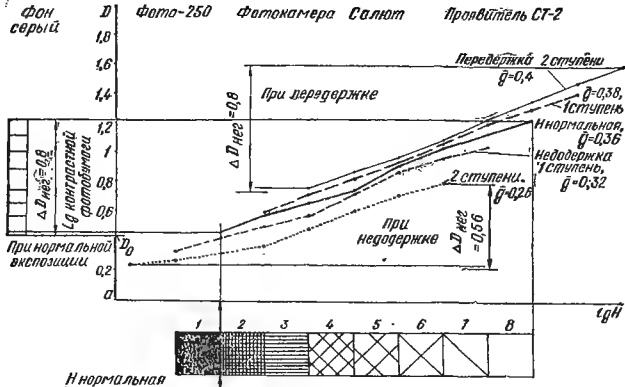


Рис. 98. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-250» (фотокамера Салют) для объекта с серым фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное.

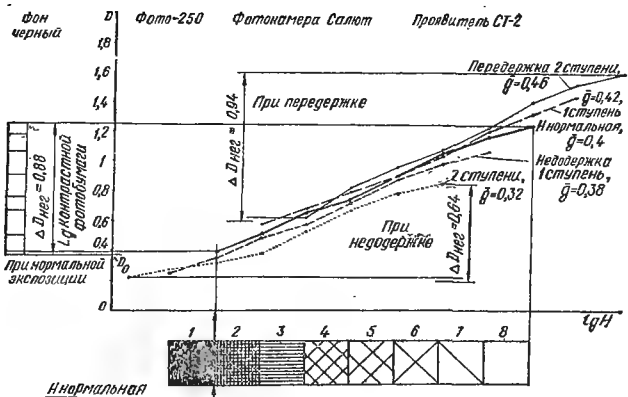


Рис. 99. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-250» (фотокамера Салют) для объекта с черным фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное.

208. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-32» (фотокамера Любитель) для объекта с разным фоном. Экспозиция разная, проявление стандартное.

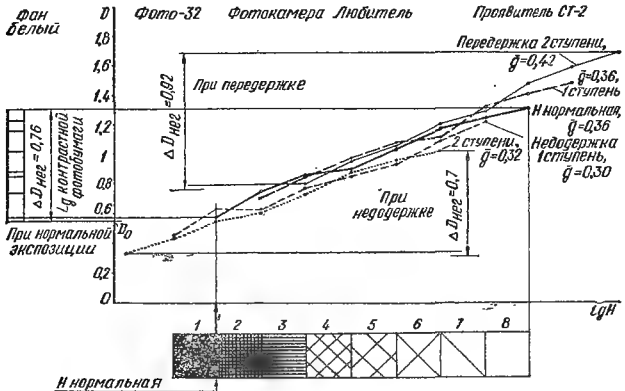


Рис. 100. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-32» (фотокамера Любитель) для объекта с белым фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

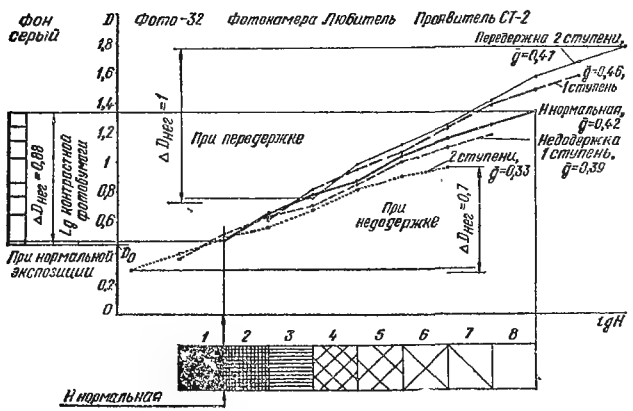


Рис. 101. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-32» (фотокамера Любитель) для объекта с серым фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

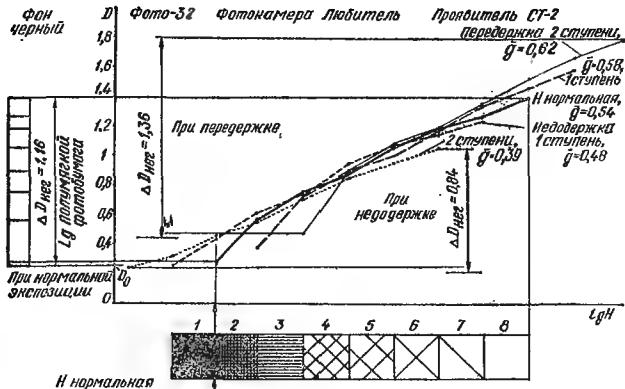


Рис. 102. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-32» (фотокамера Любитель) для объекта с черным фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

209. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-65» (фотокамера Любитель) для объекта с разным фоном. Экспозиция разная, проявление стандартное.

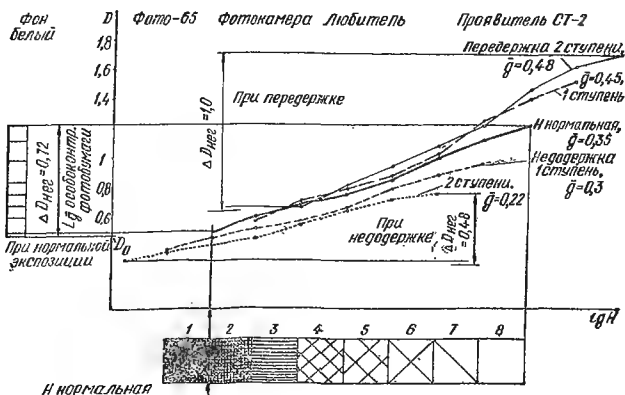


Рис. 103. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-65» (фотокамера Любитель) для объекта с белым фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

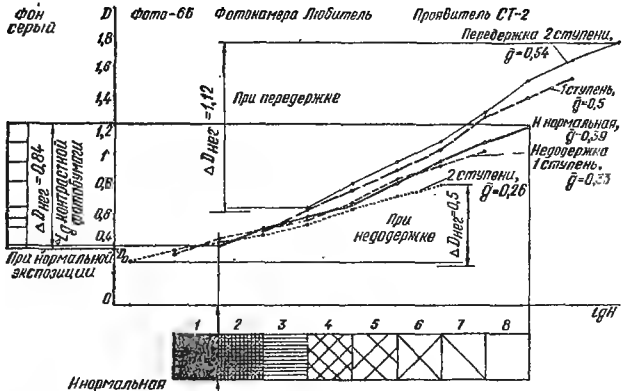


Рис. 104. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-65» (фотокамера Любитель) для объекта с серым фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

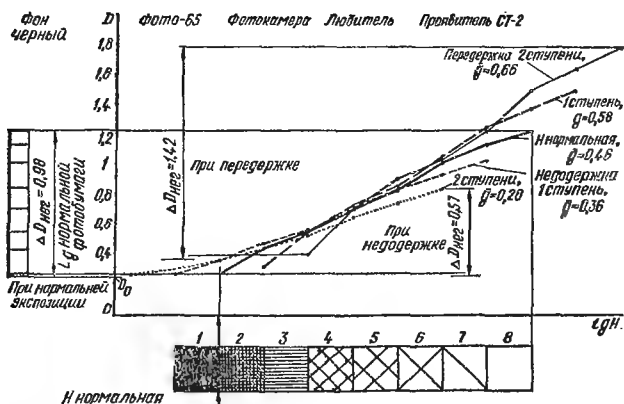


Рис. 105. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-65» (фотокамера Любитель) для объекта с черным фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

210. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-32» (фотокамера Зенит) для объекта с белым фоном. Экспозиция разная, проявление стандартное.

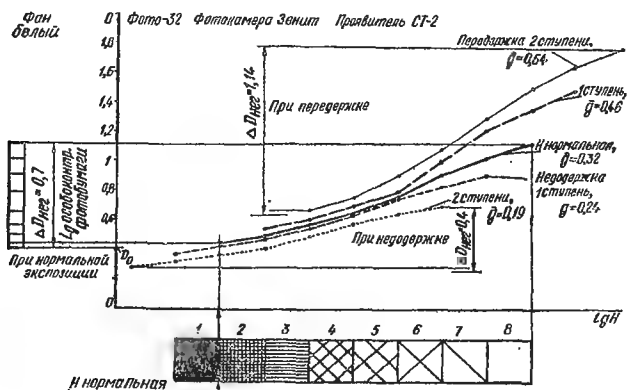


Рис. 106. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-32» (фотокамера Зенит) для объекта с белым фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

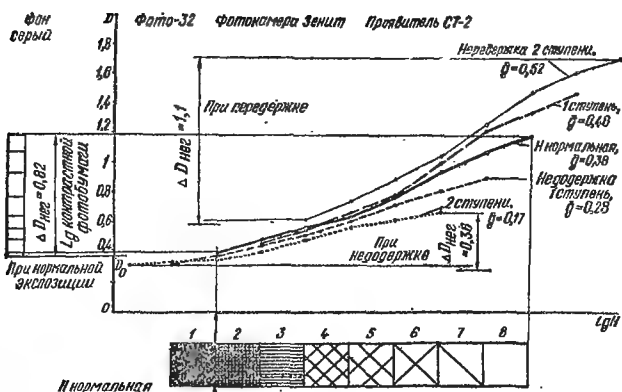


Рис. 107. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-32» (фотокамера Зенит) для объекта с серым фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

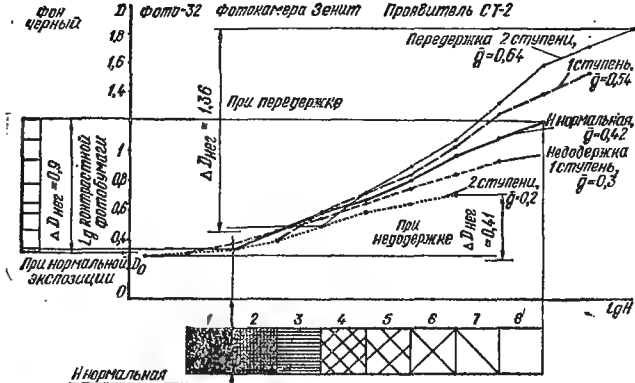


Рис. 108. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-32» (фотокамера Зенит) для объекта с черным фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

211. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-65» (фотокамера Зенит) для объекта с разным фоном. Экспозиция разная, проявление стандартное.

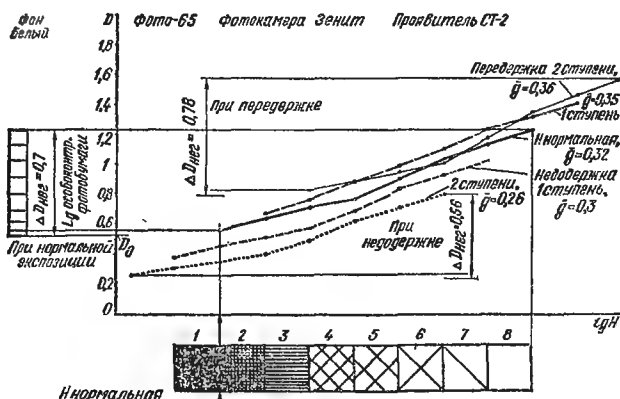


Рис. 109. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-65» (фотокамера Зенит) для объекта с белым фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

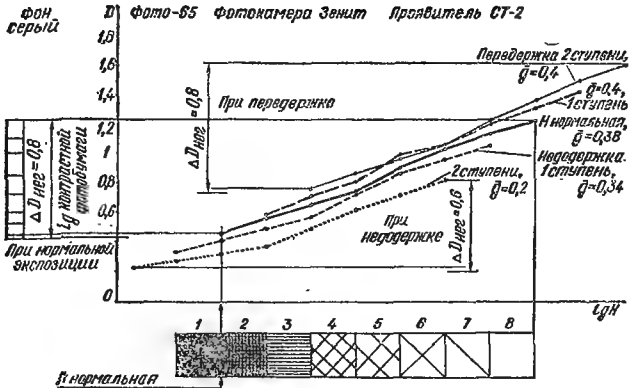


Рис. 110. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-65» (фотокамера Зенит) для объекта с серым фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

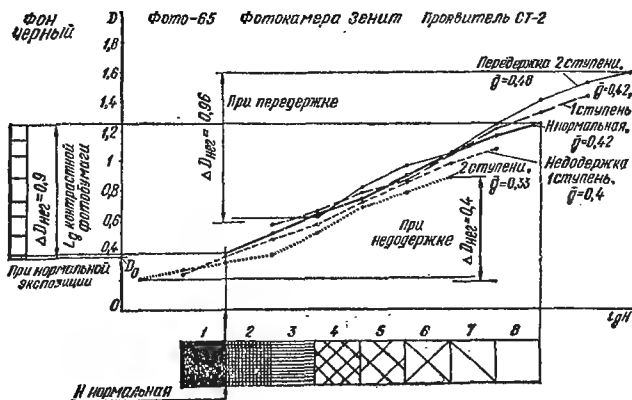


Рис. 111. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-65» (фотокамера Зенит) для объекта с черным фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

212. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-130» (фотокамера Зенит) для объекта с белым фоном. Экспозиция разная, проявление стандартное.

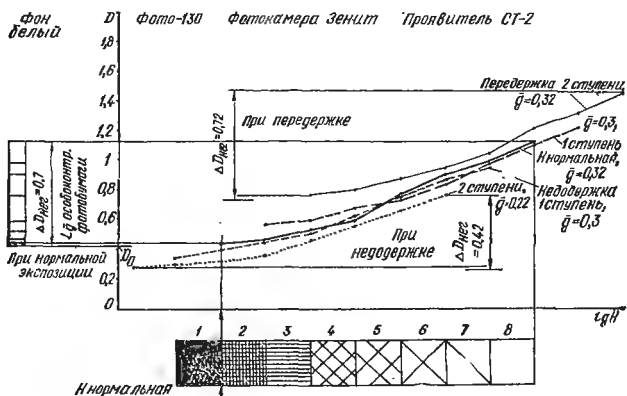


Рис. 112. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-130» (фотокамера Зенит) для объекта с белым фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

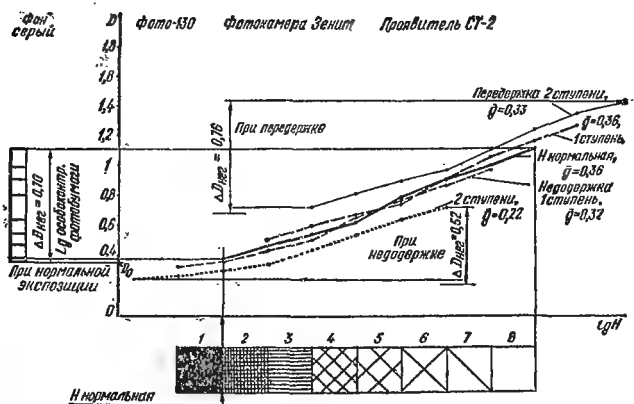


Рис. 113. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-130» (фотокамера Зенит) для объекта с серым фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

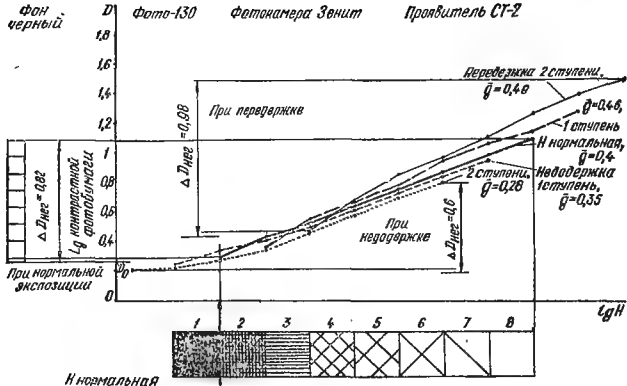


Рис. 114. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-130» (фотокамера Зенит) для объекта с черным фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

- 213. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-250» (фотокамера Зенит) для объекта с разным фоном. Экспозиция разная, проявление стандартное.

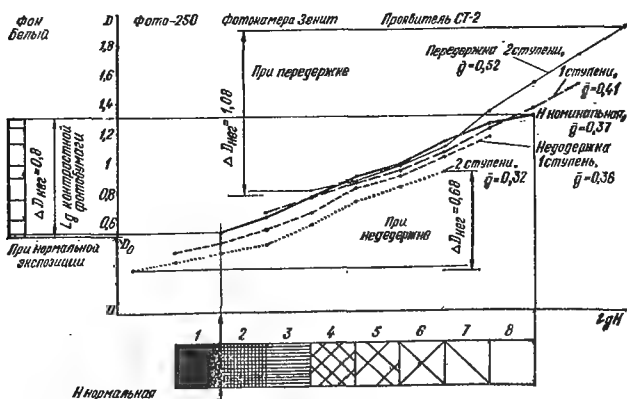


Рис. 115. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-250» (фотокамера Зенит) для объекта с белым фоном и разной экспозицией. Проявление стандартное

1. Антонов С. М., Двигубский Г. Г. О гамме черно-белых кинонегативов // Успехи научной фотографии.— Л., 1968.— Т. 13.— С. 207—212.
2. Антонов С. М., Зеликман В. Л., Мархилевич К. И. Кинопленка и ее обработка.— М.: Госкиноиздат, 1950.— 272 с.
3. Артюшин Л. Ф. Цветная фотография.— М.: Искусство, 1986.— 208 с.
4. Артюшин Л. Ф., Шубина Г. Е., Антонов С. М. Цветная фотография.— М.: Искусство, 1961.— 229 с.
5. Ахмедина В. И., Бременер В. С., Вакушина З. М. Окисление металлического серебра при химико-фотографической обработке цветных кинопленок // Техника кино и телевидения.— 1986.— № 1.— С. 4—10.
6. Багаева Г. Г., Изотова В. Л., Лящевская В. И. Интенсификация процесса обработки черно-белой обрабатываемой пленки // Тр. Ленингр. ин-та киноинженеров.— 1976.— Вып. 29.— С. 58—63.
7. Багаева Г. Г., Студенова Е. В. Влияние антиувлажняющих веществ на разрешающую способность черно-белых обрабатываемых кинопленок // Техника кино и телевидения.— 1980.— № 3.— С. 22—24.
8. Блюмберг И. Б. Технология обработки кинофотоматериалов.— М.: Искусство, 1958.— 519 с.
9. Богданов С. Г., Шамшева А. Л. Формирование изображения мелких деталей при проявлении и проявителях разных типов // Успехи научной фотографии.— Л., 1964.— Т. 10.— С. 202—213.
10. Бойдаренко С. М., Редько А. В. Процесс быстрой обработки фотоматериалов по методу черно-белого обращения // Техника кино и телевидения.— 1986.— № 4.— С. 9—12.
11. Блюмберг И. Б., Кириллов Н. И. Процессы обработки фотокиноматериалов // Успехи научной фотографии.— Л., 1970.— Т. 15.— С. 165—182.
12. Веденов А. Н. Малоформатная фотография.— Л.: Лениздат, 1959.— 688 с.
13. Вейденбах В. А., Левина П. И. Исследование фотографических свойств светочувствительных материалов, подвергнутых быстрому проявлению // Успехи научной фотографии.— Л., 1964.— Т. 10.— С. 214—218.
14. Величко Г. В., Шевякина В. Н. Исследование влияния продолжительности допроявления на фотографические показатели цветной негативной кинопленки // Тр. науч.-иссл. кинофотоинститута.— 1978.— Вып. 91.— С. 4—13.
15. Вендровский К. В., Вейцман А. И. Фотографическая структурометрия.— М.: Искусство, 1982.— 270 с.
16. Внедрение ускоренного процесса обработки цветных обрабатываемых кинопленок на студиях телевидения* / А. М. Ма-

* В рецепт черно-белого проявителя (стр. 13) следует ввести сульфит натрия в количестве 40 г/л и натрий тетраборнокислый в количестве 15 г/л (вместо 40 г/л).

- леев, Т. А. Мосина, Н. В. Старухина, А. П. Стрельникова // Техника кино и телевидения.— 1979.— № 6.— С. 10—17.
17. Волюнская Р. Н. Химия репродукционных процессов.— М.: Книга, 1973.— 320 с.
18. Героховский Ю. Н., Половцева Г. Л., Шамшева А. Л. Кинетика начальной стадии фотографического проявления // Успехи научной фотографии.— Л., 1968.— Т. 13.— С. 30—40.
19. Гурлев Д. С. Справочник по фотографии: (Светотехника и материалы).— К: Техніка, 1986.— 368 с.
20. Дерструганов Г. В. О влиянии состава проявителя и условий проявления на воспроизведение фотографическим слоем малоконтрастных деталей изображения // Успехи научной фотографии.— Л., 1968.— Т. 13.— С. 198.— 201.
21. Джеймс Т. Х. Теория фотографического процесса.— Л.: Химия. Ленингр. отд-ние, 1980.— 672 с.
22. Джеймс Т., Хиггинс Дж. Основы теории фотографического процесса.— М.: Изд-во иностр. лит., 1954.— 280 с.
23. Журба Ю. И. Лабораторная обработка фотоматериалов.— М.: Искусство, 1984.— 176 с.
24. Журба Ю. И. Ускорение процесса химико-фотографической обработки обрабатываемых киноплёнок // Техника кино и телевидения.— 1980.— № 6.— С. 16—18.
25. Журба Ю. М., Мархилевич К. К., Орлов В. Г. Исследование процесса закрепления проявленного изображения // Техника кино и телевидения.— 1979.— № 6.— С. 18—22.
26. Закс М. И., Полянская Э. Н. Технология обработки фотокинематериалов.— М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983.— 167 с.
27. Закурдаев Л. В. Кинопленки, их характеристики и обработка.— М.: Искусство, 1964.— 110 с.
28. Зюскин Н. М., Брайчевская К. Ю., Глинская О. Б. Действие бензотриазола на фотографическое проявление // Успехи научной фотографии.— Л., 1970.— Т. 14 — С. 207—215.
29. Иванов Ю. «Фомаколор ПМ-20» // Сов. фото.— 1983.— № 11.— С. 42—43.
30. Иофис Е. А. Кинопленки и их обработка.— М.: Искусство, 1964.— 300 с.
31. Иофис Е. А. Кинофото процессы и материалы.— М.: Искусство, 1980.— 240 с.
32. Исследование выхода красителя при цветном проявлении / В. С. Чельцов, А. Н. Иорданский, М. В. Крашенникова, С. А. Бонгард // Успехи научной фотографии.— Л., 1954.— Т. 2.— С. 48—55.
33. Исследование цветного проявления / К. С. Ляликов, Б. А. Царев, Я. Л. Лейбов, В. Н. Курнаков // Успехи научной фотографии.— Л., 1954.— Т. 2.— С. 38—47.
34. Картужанский А. Л. Физические основы фотографического процесса на галогенидосеребряных солях.— М.: Искусство, 1965.— 85 с.
35. Картужанский А. Л., Красный-Адмони Л. В. Химия и физика фотографических процессов.— Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1986.— 136 с.
36. Кириллов А. М., Вейцеховская А. М., Кириллова Н. Е. Исследование стабильности рабочих отбеливающих растворов, используемых в процессах НИКФИ // Успехи научной фотографии.— Л., 1960.— Т. 7.— С. 231—235.
37. Кириллов Н. И., Вейцеховская А. М., Кириллова Н. Е. Применение различных фиксирующих растворов в процессах

НИКФИ // Успехи научной фотографии.— Л., 1960.— Т. 7.— 236—239.

38. Кириллов Н. И. Основы процессов обработки кинофото-материалов.— М.: Искусство, 1977.— 170 с.

39. Кириллов Н. И. Проблемы фотографии.— М.: Искусство, 1965.— 222 с.

40. Кисилев А. Я. Фотоматериалы, обработка, печать.— Л.: Лениздат, 1986.— 159 с.

41. Красный-Адмои Л. В. Малосеребряные фотографические материалы и процессы их обработки.— Л.: Химия. Ленингр. отделение, 1986.— 167 с.

42. Крауш Л. Я. Обработка фотографических материалов.— М.: Искусство, 1975.— 192 с.

43. Крылов Н. П. Унификация процесса проявления черно-белых пленок на отечественных кинопредприятиях // Успехи научной фотографии.— Л., 1968.— Т. 13.— С. 202—206.

44. Куракин А., Глухов В. Лабораторная обработка кино-пленки.— М.: Искусство, 1968.— 104 с.

45. Лабораторная обработка фотоматериалов / Э. Ф. Каценеленбоген, Е. А. Иофис, М. В. Стрельцов и др.— М.: Искусство, 1959.— 207 с.

46. Леонтьев В. Контрольные шкалы и тесты // Сов. фото.— 1987.— № 1.— С. 43.

47. Литовченко Г. Д., Шипицын С. А. К вопросу о консервации проявителей // Успехи научной фотографии.— Л., 1960.— Т. 7.— С. 253—258.

48. Лознева Н. А., Черникова Н. И. Однованный процесс обработки пленки «Микрат-300» // Тр. Ленингр. ин-та киноинженеров, 1976.— Вып. 29.— С. 53—58.

49. Ляликов К. С. Теория фотографических процессов.— М.: Искусство, 1960.— 358 с.

50. Мархилевич К. И., Яштолд-Говорко В. А. Фотографическая химия.— М.: Искусство, 1959.— 206 с.

51. Миз К. Теория фотографического процесса.— М.: Госкиноиздат, 1949.— 863 с.

52. Микулин В. Н. Дополнительная обработка фотографических негативов.— М.: Госкиноиздат, 1952.— 89 с.

53. Микулин В. Н. Получение мелкозернистых изображений.— М.: Госкиноиздат, 1948.— 19 с.

54. Михайлов В. Я. О влиянии условий проявления на резкость изображения // Успехи научной фотографии.— Л., 1968.— Т. 13.— С. 190—197.

55. Михайлов В. Я. Отклонения от типового цветного фотографического процесса и влияния их на качество цветного изображения // Успехи научной фотографии.— Л., 1962.— Т. 8.— С. 88—91.

56. Мосина Т. А. Пленка «Орвоколор НС -21» // Сов. фото.— 1985.— № 12.— С. 43—44.

57. Неблит К. Б. Фотография, ее материалы и процессы.— М.: Искусство, 1958.— 673 с.

58. Овсянников Н. А. Практикум по химии фотографических процессов.— М.: Недра, 1978.— 216 с.

59. Радо А. Цветные фотобумаги ФОРТЕ // Сов. фото.— 1986.— № 7.— С. 40—41.

60. Редько А. В. Инфекционное проявление // Техника кино и телевидения.— 1984.— № 3.— С. 19—26.

61. Релько А. В. Обновленная обработка цветных фотоматериалов // Сов. фото.— 1970.— № 4.— С. 42.
62. Современное развитие фотографических процессов / Под общ. ред. Н. И. Кириллова.— М.: Искусство, 1960.— 285 с.
63. Соловьев С. М. Гиперсенсibilизация инфрахроматических слоев // Успехи научной фотографии.— Л., 1960. Т. 7.— С. 201—209.
64. Соловьев С. М., Парфенова Н. М. Способы повышения стабильности гиперсенсibilизированных инфрахроматических пленок // Успехи научной фотографии.— Л., 1960 — Т. 7.— С. 210—218.
65. Стародуб Д. Цвет и его возможности // Сов. фото.— 1975.— № 8.— С. 38—40.
66. Стрельникова А. Цветные обрабатываемые пленки и их обработка // Сов. фото.— 1973.— № 4.— С. 38—39.
67. Тамицкий Э. Д., Горбатов В. А. Цветная фотография.— М.: Лег. индустрия. 1979.— 279 с.
68. Терегулов Г. И. Химия для фотографа.— М.: Искусство, 1976.— 192 с.
69. Технология фотографической обработки кинопленок // Тр. науч.-иссл. кинофотоинститута.— 1978.— Вып. 91. С. 4—13.
70. Усанов Ю. Е., Фаерман Г. П. О супераддитивном действии фенидона и его производных // Успехи научной фотографии.— Л., 1968.— Т. 13.— С. 118—124.
71. Фаерман Г. П., Шеберстов В. И. Физическая химия фотографического проявления // Успехи научной фотографии.— Л., 1970.— Т. 15.— С. 152—164.
72. Фаерман Г. П., Шишкина Н. Н. Роль щелочи при цветном проявлении // Успехи научной фотографии.— Л., 1954.— Т. 2.— С. 63—71.
73. Фомин А. В. Общий курс фотографии.— М.: Лег. индустрия, 1978.— 336 с.
74. Фотографическая обработка цветных кинопленок // Тр. науч.-иссл. кинофотоинститута.— 1975.— Вып. 77.— С. 3—89.
75. Чельцов В. С., Бонгард С. А. Цветное проявление.— М.: Искусство, 1958.— 248 с.
76. Шахрова М. М. Общий курс фотографин.— К.: Вища шк., 1979.— 283 с.
77. Шашлов Б. А. Лабораторные работы по теории фотографических процессов.— М.: Искусство, 1953.— 126 с.
78. Шашлов Б. А., Шеберстов В. И. Теория фотографического процесса.— М.: Книга, 1965.— 344 с.
79. Шеберстов В. И. Современные представления о механизме избирательного действия проявителей на фотографические слои—// Успехи научной фотографии.— Л., 1968.— Т. 13.— С. 5—21.
80. Шеберстов В. И., Уарова Р. М., Шашлов Б. А. Основные принципы построения контрастно работающих фотографических проявителей (для фотопленок ФТ) // Журн. науч. и прикл. фотографии и кинематографии.— 1985. — №1.— С. 68.
81. Шекленн А. Как получить азотнокислое серебро // Сов. фото.— 1980.— № 3.— С. 41.
82. Шиллов Ю. Обработка цветных обрабатываемых пленок // Сов. фото.— 1977.— № 6/7.— С. 40—41.
83. Яштолд-Говорко В. Мелкозернистое проявление.— М.: Госкиноиздат, 1949.— 240 с.
84. Яштолд-Говорко В. А. Фотосъемка и обработка.— М.: Искусство, 1966.— 444 с.

Введение	3
Глава 1. ИЗОБРАЖЕНИЕ ОБЪЕКТА СЪЕМКИ НА ФОТОСЛОЕ	
ЭкспонOMETрическое образование изображения	9
1. Форма характеристической кривой	9
2. Сенситометрическое испытание фотослоя	10
3. ЭкспонOMETрическое испытание фотослоя	14
4. Объект съемки	14
5. Серая шкала	16
6. Графическое решение тоновоспроизведения	18
7. Светорассеяние на фотослое и негативное изображение	19
8. Расчет рабочей кривой негатива по степени светорассеяния	20
9. Влияние съемочной экспозиции при стандартном проявлении	25
10. Влияние на тонопередачу негатива недопроявления и перепроявления	29
11. Влияние времени проявления на тонопередачу объекта при неизменной съемочной экспозиции	32
12. Тоновоспроизведение в системе негатив-позитив	33
Глава 2. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ И ОБОРУДОВАНИЕ	
Основные положения обработки	35
13. Химия процессов обработки	35
14. Физика процессов обработки	36
15. Пограничный слой и способы его разрушения	36
Приборы для обработки фотоматериалов	40
16. Основные положения	40
17. Фотобачок для обработки фотопленок Рольфильм 60 мм	41
18. Кисть для обработки листовых материалов	42
19. Корзина для обработки листовых материалов в баке	42
20. Термометр	44
21. Часы	44
22. Посуда для содержания и хранения растворов	44
23. Промывочное устройство для фотопленок и бумаг	45
24. Лабораторный фонарь и его расположение на рабочем месте	46
25. Спектральная характеристика лампы лабораторного фонаря	48
26. Светофильтры лабораторных фонарей	48
Рабочее место и методика обработки	51
27. Общие данные	51
28. Рабочее место для обработки черно-белых негативных и позитивных катушечных фотопленок	55

29. Рабочее место обработки черно-белых форматных фотопленок, пластинок и бумаг	56
30. Рабочее место обработки черно-белых обрабатываемых катушечных 35-мм фотопленок типа ОЧ	57
31. Рабочее место обработки цветных негативных катушечных фотопленок	57
32. Рабочее место обработки цветных негативных листовых фотопленок	59
33. Рабочее место обработки цветных обрабатываемых катушечных фотопленок типа ЦО	59
34. Рабочее место обработки цветных позитивных листовых фотопленок и 35 -мм кинопленок	61
35. Рабочее место обработки цветной фотобумаги «Фотоцвет-2»	61
36. Рабочее место обработки цветных фотобумаг «Фотоцвет-4» и «Фотоцвет-5»	61
37. Рабочее место обработки цветной фотобумаги «Фотоцвет-6» Радуга	62
38. Рабочее место обработки цветных обрабатываемых фотобумаг	62

Глава 3. ПРОЦЕССЫ И РЕЦЕПТЫ ЧЕРНО-БЕЛОЙ ФОТОГРАФИИ

Проявление фотонегативов	62
39. Общие сведения	62
40. Особенности проявления	64
41. Общая характеристика проявления фотоматериалов	65
42. Проявление листовых фотопленок и пластинок	69
43. Нормальное проявление малоформатных катушечных пленок	72
44. Выравнивающее проявление	73
45. Мелкозернистое проявление	74
46. Голодное проявление	80
47. Точное проявление	82
48. Поверхностное и глубинное проявление	82
49. Проявление с одновременным фиксированием	83
50. Физическое проявление	86
51. Проявление с отбеливанием фотослоя	88
52. Проявление при средних, низких и высоких температурах	90
53. Проявление с повышением светочувствительности фотослоя	93
54. Быстрое проявление	95
55. Проявление в концентрированных проявителях	97
56. Проявление при недодержках и передержках съемочной экспозиции	101
57. Проявление с десенсибилизаторами	104
58. Проявление с разбавлением нормального проявителя	105
59. Двухрастворное проявление	106
60. Комбинированное проявление в двух проявителях	109
61. Проявление с полиэтиленгликолем (ПЭГ)	110
62. Проявление фабричными проявителями и наборами	110
63. Контрастное проявление фототехнических пленок	113
64. Контрастное проявление фотопленок «Фото» при репродуцировании штриховых и текстовых оригиналов	116

Проявление фотобумаг	117
65. Общие сведения	117
66. Нормальные проявители для фотобумаг	120
67. Мягкие проявители для фотобумаг	121
68. Контрастно и быстро работающие проявители для фотобумаг	121
69. Проявители для фотобумаг с разбавлением для изменения контраста изображения	121
70. Нормальные проявители с получением цветных от- теков на некоторых типах фотобумаг	122
71. Гидрохиноновые проявители для получения корич- невых оттенков	122
72. Проявитель для завуалированных фотобумаг	123
Тонирование черно-белых изображений	124
73. Общие сведения	124
74. Отбеливатели двухрастворного тонирования и тре- бования к изображению	124
75. Тонирование фотоотпечатков в коричневые тона	126
76. Тонирование фотоотпечатков в синие тона берлин- ской лазури	129
77. Тонирование фотоотпечатков в красно-коричневые тона	131
78. Тонирование фотоотпечатков в ярко-красные тона	132
79. Тонирование фотоотпечатков в красно-фиолетовые тона	133
80. Тонирование фотоотпечатков в желтый цвет	133
81. Тонирование фотоотпечатков в желто-лимонный цвет	134
82. Тонирование фотоотпечатков в зеленый цвет	135
83. Тонирование фотоотпечатков в фиолетово-коричне- вые тона	136
84. Тонирование фотоотпечатков в золотисто-оранжевый цвет	136
85. Протравное тонирование анилиновыми красителями	137
86. Тонирование фотоотпечатков повторным прояв- лением	139
Усиление и ослабление фотографического изображения	141
87. Общие сведения	141
88. Усиление	142
89. Хромовый усилитель	143
90. Кобальтовый усилитель	145
91. Медно-серебряный усилитель	146
92. Медный усилитель	147
93. Свинцовый усилитель	147
94. Ураниловый усилитель	148
95. Гидрохинон-тиосульфатный усилитель	149
96. Серебряный усилитель пропорциональный	149
97. Сернистый усилитель пропорциональный двухрас- творный	150
98. Протравные усилители	150
99. Ослабление	152
100. Ослабитель с железосинеродистым калием и тио- сульфатом натрия, ослабитель Фермера, propor- циональный	153

101.	Ослабитель щавелево-железный	154
102.	Ослабитель с двухромовокислым калием поверхностно-пропорциональный однорастворный	155
103.	Ослабитель с марганцовокислым калием и надсернистокислым аммонием пропорциональный однорастворный	155
104.	Ослабитель с марганцовокислым калием и серной кислотой пропорциональный	156
105.	Ослабитель с железоаммонийными квасцами пропорциональный	157
106.	Ослабление в кислом фиксаже пропорциональное	157
107.	Ослабитель с повторным неполным проявлением	158
108.	Ослабитель с надсернистокислым аммонием сверхпропорциональный	159
109.	Ослабитель с тонированием берлинской лазурью сверхпропорциональный однорастворный	160
Проявление черно-белых обрабатываемых фотоматериалов		160
110.	Общие сведения	160
111.	Сведения о режимах обработки обрабатываемых фотоматериалов	164
112.	Стандартная обработка черно-белых обрабатываемых отечественных фотокиноплёнок ОЧ	165
113.	Обработка черно-белых отечественных телевизионных киноплёнок ОЧТ-180 по процессу РТМ 6-17.2—68	166
114.	Ускоренная обработка черно-белых отечественных обрабатываемых телевизионных киноплёнок ОЧТ-180	167
115.	Сокращенная обработка черно-белых отечественных телевизионных киноплёнок ОЧТ-180 с чернением при температуре 30 °С	169
116.	Обработка черно-белых обрабатываемых фотокиноплёнок способом, повышающим светочувствительность	171
117.	Обработка черно-белых обрабатываемых фотокиноплёнок ОРВО	173
118.	Обработка черно-белых обрабатываемых плёнок Агфа-Геверт	174
119.	Обработка черно-белых обрабатываемых фотокиноплёнок Кодак	175
Фиксирование черно-белых фотослоев		175
120.	Общие сведения	175
121.	Классификация фиксирующих растворов	179
122.	Простой фиксаж	180
123.	Кислый фиксаж	180
124.	Быстрый фиксаж	182
125.	Кислый дубящий фиксаж	182
126.	Щелочной фиксаж	184
127.	Разрушение тиосульфата натрия в отфиксированном фотоматериале	184
Стабилизирующие растворы		184
128.	Общие сведения	184
129.	Стабилизирующие растворы для фотоплёнок (СТРП)	185
130.	Стабилизирующие растворы для фотобумаг (СТРБ)	185

Стоп-растворы	185
131. Общие сведения	185
132. Составы стоп-растворов	186
Промывка фотоматериалов и ее контроль	187
133. Общие сведения	187
134. Проверка полноты промывки	187
Условия обработки фотопленок и бумаг	188
135. Общие сведения	188
136. Условия проявления черно-белых негативов и позитивов на катушечной пленке	189
137. Условия проявления черно-белых форматных листовых пленок и фотопластинок	191
138. Условия проявления черно-белых фотобумаг	191
139. Условия проявления черно-белых обращаемых катушечных фотопленок	192
Глава 4. ПРОЦЕССЫ И РЕЦЕПТЫ ЦВЕТНОЙ ФОТОГРАФИИ	
Основные положения обработки	195
140. Общие сведения	195
141. Особенности веществ цветных проявителей	198
142. Особенности растворов цветной обработки	199
143. Механический режим проявления цветных фотоматериалов	201
144. Условия обработки цветных фотопленок	203
Проявление цветных негативов	204
145. Общие сведения	204
146. Проявление цветных негативных фотопленок без допроявления	207
147. Проявление цветных негативных пленок с допроявлением	208
148. Проявление цветных пленок по упрощенному способу	209
149. Проявление цветных негативных фотопленок по способу НИКФИ	210
150. Проявление цветных негативных пленок NC-19 по процессу OPBO-5166	210
151. Проявление цветных негативных пленок NC-19 и NC-21 по процессам OPBO-5168 и OPBO-5168/1	211
152. Проявление цветных негативных пленок с одновременным фиксированием для технических снимков	213
153. Проявление цветных негативных пленок одиоразовыми проявителями	214
Проявление цветных обращаемых фотопленок	215
154. Общие сведения	215
155. Характеристика операций обработки цветных обращаемых фотопленок	216
156. Сохраняемость растворов и количество обрабатываемых обращаемых фотопленок	220
157. Химическая коррекция цветного обращенного изображения	220

158. Проявление обрабатываемых фотопленок ЦО	222
159. Проявление обрабатываемых фотопленок «Орвохром УТ» (ГДР)	224
160. Проявление обрабатываемых фотопленок «Фомакром» (ЧССР) типов Д-18, Д-20 и Д-22	226
Проявление цветных фотобумаг	229
161. Общие сведения	229
162. Проявление цветных отечественных фотобумаг Фотоцвет	232
163. Проявление цветных фотобумаг Форте (ВНР)	237
164. Проявление цветных фотобумаг Фома (ЧССР)	239
165. Проявление цветных фотобумаг Орвоколор СР-3 и СР 6 (ГДР)	244
166. Проявление цветных фотобумаг Фотонколор тип 6 (ПНР)	245
167. Проявление цветной аэрофотобумаги ЦБ-3	246
168. Проявление цветной обрабатываемой фотобумаги	246
Проявление цветных позитивных фотопленок	248
169. Общие сведения	248
170. Проявление цветных позитивных пленок ЦП-8Р и ЦП-11	248
171. Проявление цветной позитивной пленки ПЦ-7	249
Глава 5. ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ ХИМИЯ, ВЕЩЕСТВА И РАСТВОРЫ	
Вещества для обрабатывающих растворов	250
172. Химические соли в фотографии	250
173. Номенклатурные и торговые названия солей	250
174. Квалификация химических веществ и степень очистки	252
175. Кристаллические и безводные вещества	253
176. Взаимозаменяемость основных фотохимикатов	253
177. Взаимозаменяемость уксусной кислоты различной концентрации	253
178. Фасовка, маркировка и упаковка фотохимикатов	254
179. Хранение фотохимикатов	255
180. Взвешивание фотохимикатов	257
Химические вещества проявителей	257
181. Основные и второстепенные проявляющие веще- ства	257
182. Сохраняющие вещества	261
183. Ускоряющие вещества	263
184. Противовуалирующие вещества (ПВВ)	265
185. Дополнительные вещества в проявителях	266
Фотографические растворы	267
186. Вода	267
187. Водородный показатель рН	269
188. Растворимость фотохимикатов	271
189. Расчет концентрации веществ в растворе	272
190. Мытье фотографической лабораторной посуды	274

Техника безопасности в фотографии	275
191. Меры безопасности при работе с фоторастворами	275
192. Меры безопасности при работе с кислотами, щелочами и огнеопасными веществами	276
193. Меры оказания первой помощи при работе с кислотами, щелочами и при термических ожогах	276
194. Меры пожарной безопасности	277
195. Спецодежда при фотоработах	277
Регенерация серебра	277
196. Общие сведения	277

Глава 6. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

197. Проявляющие вещества	278
198. Молекулярная масса и растворимость проявляющих веществ в 100 мл воды при различной температуре	284
199. Химические вещества для фотографических растворов	285
200. Кислоты, растворители и другие жидкости	302
201. Растворимость, молекулярная масса, мг, и стандарт фотохимикатов, кислот и других жидкостей	304

Глава 7. ЭКСПОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОБРАБОТКИ НЕГАТИВНЫХ ФОТОПЛЕНОК

202. Общие сведения	306
203. Рабочие кривые 60-мм фотонегативов (фотокамера Салют) при разном времени проявления	308
204. Рабочие кривые 35-мм фотонегативов (фотокамера Зенит) при разном времени проявления	309
205. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-32» (фотокамера Салют) для объекта с разным фоном	311
206. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-65» (фотокамера Салют) для объекта с разным фоном	312
207. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-250» (фотокамера Салют) для объекта с разным фоном	314
208. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-32» (фотокамера Любитель) для объекта с разным фоном	316
209. Рабочие кривые негативов 60-мм пленки «Фото-65» (фотокамера Любитель) для объекта с разным фоном	317
210. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-32» (фотокамера Зенит) для объекта с разным фоном	319
211. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-65» (фотокамера Зенит) для объекта с разным фоном	320
212. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-130» (фотокамера Зенит) для объекта с разным фоном	322
213. Рабочие кривые негативов 35-мм пленки «Фото-250» (фотокамера Зенит) для объекта с разным фоном	323
Список литературы	325